学习领域课程建设系列丛书

简单电器安装与调试

丛书主编　陈朝菊

本书主编　陈朝菊

副 主 编　孟庆民　马玉林

参　　编　于　淳　黄　斌　武明春

赵小军　葛　琼　刘　涛

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京・BEIJING

VISIT…

内 容 简 介

本书结合国家专业教学标准要求和专业教学实际，精心设计实训项目，以各个简单电器的安装与调试为载体，通过“学中做”促使学生熟练掌握电子基本元器件的识别、检测、安装和调试等电子技术基本技能，同时通过“做中学”掌握与实训任务相关的模拟电子技术基础知识。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

简单电器安装与调试 / 陈朝菊主编. —北京：电子工业出版社，2017.11
（学习领域课程建设系列丛书）

ISBN 978-7-121-30890-1

Ⅰ. ①简… Ⅱ. ①陈… Ⅲ. ①电器—安装—中等专业学校—教材②电器—调试方法—中等专业学校—教材 Ⅳ. ①TM5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 022320 号

策划编辑：关雅莉
责任编辑：裴　杰
印　　刷：
装　　订：
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1 092　1/16　印张：7.5　字数：192 千字
版　　次：2017 年 11 月第 1 版
印　　次：2017 年 11 月第 1 次印刷
定　　价：20.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）88254617，luomn@phei.com.cn。

前　言

本书以工作过程为导向，培养学生的综合职业能力。本书结合国家专业教学标准要求和专业教学实际，精心设计实训项目，以各个简单电器的安装与调试为载体，通过“学中做”促使学生熟练掌握电子基本元器件的识别、检测、安装和调试等电子技术基本技能，同时通过“做中学”掌握与实训任务相关的模拟电子技术基础知识。

本书的主要特色如下。

1．每个实训任务均按照“明确任务—工作准备—任务实施—总结评价”的工作流程组织实施，真正实现工作过程导向学习。

2．相关知识先以问题的形式实现任务驱动，再以知识链接、拓展阅读的方式呈现，改变基础理论知识单纯的讲授和灌输形式，引领学生“做中学，学中做”。

3．所有项目都是以贴近生活中的简单电子产品为载体，让教学更贴近生活，以激发学生的学习兴趣。

本书是重庆市教育科学“十二五”规划课题“中等职业学校电气运行与控制专业学习领域课程资源设计与开发”的成果之一，它将更好地促进教学过程和工作过程融合，提高学生在真实的工作情境中整体化地解决专业综合问题的能力。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编　者

目　　录

项目一　电子基本技能训练 …… 1
任务一　认识和使用万用表 …… 1
学习活动一　明确任务 …… 1
学习活动二　工作准备 …… 2
学习活动三　任务实施 …… 7
学习活动四　总结评价 …… 8
任务二　识别和检测电阻器 …… 10
学习活动一　明确任务 …… 10
学习活动二　工作准备 …… 11
学习活动三　任务实施 …… 17
学习活动四　总结评价 …… 18
任务三　识别和检测电容器 …… 20
学习活动一　明确任务 …… 20
学习活动二　工作准备 …… 20
学习活动三　任务实施 …… 23
学习活动四　总结评价 …… 24
任务四　手工焊接 …… 26
学习活动一　明确任务 …… 26
学习活动二　工作准备 …… 26
学习活动三　任务实施 …… 35
学习活动四　总结评价 …… 36
任务五　电源指示灯安装与调试 …… 37
学习活动一　明确任务 …… 37
学习活动二　工作准备 …… 38
学习活动三　任务实施 …… 43

学习活动四　总结评价……45

项目二　直流稳压电源安装与调试……47

学习活动一　明确任务……47
学习活动二　工作准备……47
学习活动三　任务实施……55
学习活动四　总结评价……58

项目三　助听器安装与调试……61

学习活动一　明确任务……61
学习活动二　工作准备……61
学习活动三　任务实施……72
学习活动四　总结评价……74

项目四　迎宾器安装与调试……78

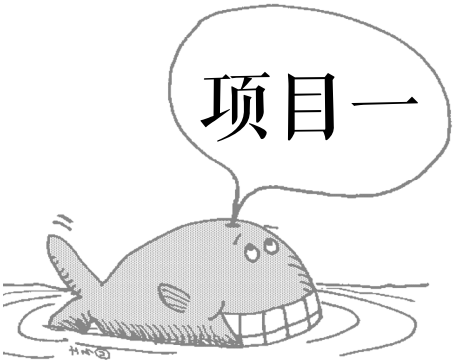
学习活动一　明确任务……78
学习活动二　工作准备……78
学习活动三　任务实施……81
学习活动四　总结评价……85

项目五　功率放大器安装与调试……88

学习活动一　明确任务……88
学习活动二　工作准备……88
学习活动三　任务实施……96
学习活动四　总结评价……100

项目六　收音机安装与调试……103

学习活动一　明确任务……103
学习活动二　工作准备……103
学习活动三　任务实施……106
学习活动四　总结评价……110



电子基本技能训练

任务一　认识和使用万用表

学习活动一　明确任务

万用表又称为复用表、多用表、三用表等，是一种多功能、多量程的测量仪表，一般万用表可测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和音频电平等，有的还可以测量交流电流、电容量、电感量及半导体的一些参数（如 β）等，充分熟练掌握万用表的使用方法是电子技术的最基本技能之一。

常见的万用表有指针式万用表和数字式万用表。指针式万用表（图 1-1）是以表头为核心部件的多功能测量仪表，测量值由表头指针指示读取。数字式万用表（图 1-2）的测量值由液晶

图 1-1　指针式万用表

图 1-2　数字式万用表

显示屏直接以数字的形式显示，读取方便，有些还带有语音提示功能。通过本任务的学习，你应该学会以下知识和技能。

（1）能根据万用表不同的外部特征区分指针式万用表和数字式万用表。

（2）能识别出指针式万用表和数字式万用表的各组成部分。

（3）能准确叙述出指针式万用表测量电流和电压的步骤。

（4）能熟练并正确使用指针式万用表和数字式万用表的电流挡和电压挡。

学习活动二　工作准备

一、收集万用表结构的相关知识，在下图中填上相应的名称

1．指针式万用表的组成，如图 1-3 所示。

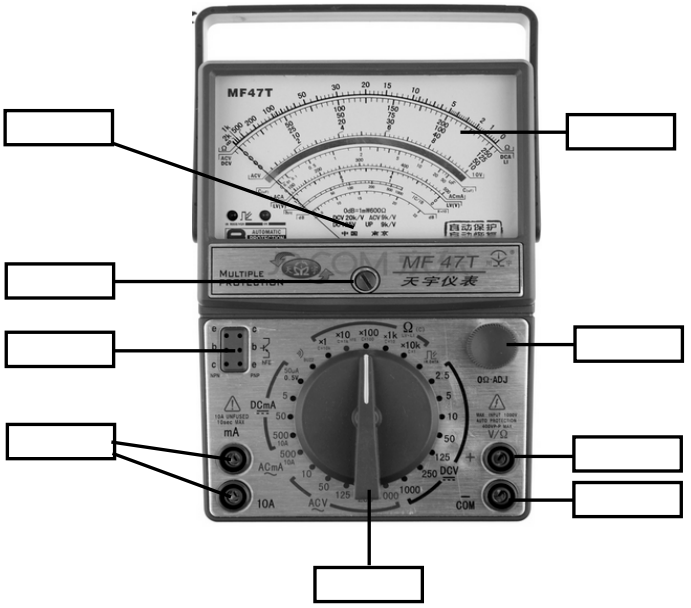


图 1-3　指针式万用表的组成

2．指针式万用表表盘刻度线，如图 1-4 所示。

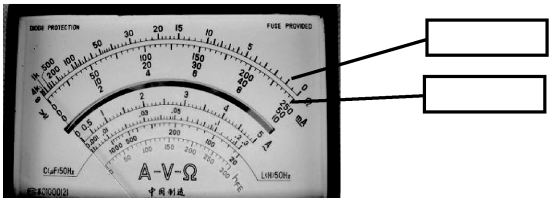


图 1-4　指针式万用表表盘刻度线

3．指针式万用表转换开关挡位，如图 1-5 所示。

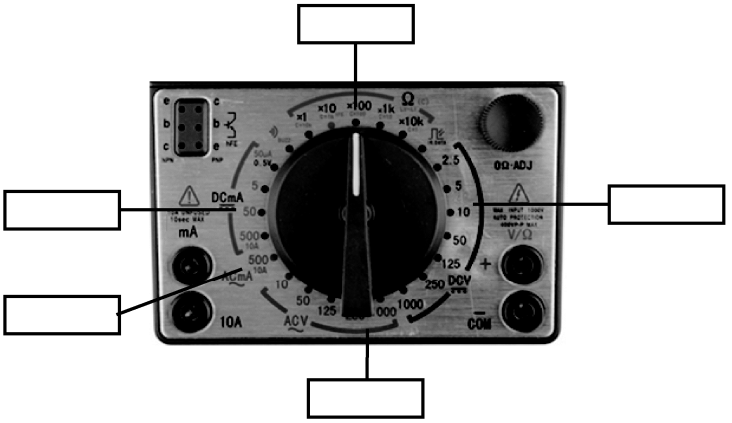


图 1-5　指针式万用表转换开关挡位

4. 数字式万用表外形，如图 1-6 所示。

图 1-6　数字式万用表外形

知识链接一

万用表的结构

常见的万用表有指针式万用表和数字式万用表两种，指针式万用表是一种高灵敏度、多量程的携带式仪表，共有 26 个基本测量量程，可测量交、直流电压，直流电流，直流电阻，音频电平等，也可用于测量电容、电感参数、二极管、三极管极性等。

组成：指针式万用表主要由外壳、表头、表盘、机械调零旋钮、欧姆调零旋钮、三极管插孔、转换开关、测电流插孔、测电压和阻值插孔、公共端插孔等部分组成。

刻度线：指针式万用表的表盘由很多条刻度线组成。其中最上面的一条是欧姆刻度线，用于测量阻值大小；第二条是电压、电流刻度线，用于测量交、直流电压和直流电流。在电子测量中这两条刻度线经常被用到。

转换开关：量程转换开关位于万用表的中间位置，我们根据测量的参量，将量程转换开关旋转至相应的位置。转换开关的面板主要包括欧姆挡、直流电压挡、交流电压挡、直流电流挡、交流电流挡等。

数字式万用表主要由 LCD 显示屏、三极管 HFE 插孔、电源开关、背景灯开关、转换开关、表笔插孔、电容插孔等组成。

二、查阅指针式万用表测量电压和电流的方法，完成下列问题

1. 在测量电压或电流之前应当先_____，使指针指向左侧零刻度线处。
2. 测量直流电压时，红表笔接_____，黑表笔接_____。
3. 在使用指针式万用表时，无论测量直流电压还是交流电压红、黑表笔都不能互换。
4. 使用指针式万用表测量电压、电流时，指针应指在满量程的_____以上位置，说明选择挡位合适。
5. 根据测量挡位选择万用表指针位置，确定测量结果，如表 1-1 所示。

表 1-1　测量结果

序　号	指 针 位 置	转换开关位置	读 数 值	备　注
1	50 过 2 小格	ACV500		
2	150 过 3 小格	DCV2.5		
3	200 过 3 小格	ACV250		
4	0 过 7 小格	DCmA500		
5	100 过 9 小格	DCV2.5		
6	100 过 3 小格	ACV1000		
7	0 过 6 小格	DCV0.5		
8	50 过 7 小格	ACmA100		
9	200 过 9 小格	ACV250		
10	150 过 1 小格	DCV25		

知识链接二

一、测量直流电压

1. 调零：旋动万用表面板上的机械零位调整螺钉，使指针对准刻度盘左端的“0”位置，如图 1-7 所示。
2. 选挡：选择合适量程，量程要大于被测电压。
3. 测量：将红黑表笔并在被测电路两端，红表笔接高电位，黑表笔接低电位，如图 1-8 所示。
4. 读数：直流电压值=电压值/格×格数，表针尽量指在满刻度的 2/3 以上位置，读出数值为电压有效值。

图 1-7 机械调零

图 1-8 测量

记一记：挡位量程先选好，表笔并接被测电路两端，红笔要接高电位，黑笔接在低位端，换挡之前应断电。

二、测量交流电压

1. 调零：进行机械调零，使指针指向左面 0 刻度线位置。
2. 选挡：选择合适量程，量程要大于被测电压。
3. 测量：将红黑表笔并在被测电路两端，不分正负极性，如图 1-9 所示。

图 1-9 测量交流电压

4. 读数：交流电压值=电压值/格×格数，表针尽量指在满刻度的 2/3 以上位置，读出数值为电压有效值。

记一记：量程开关选交流，挡位大小符合要求，表笔并接电路两端，极性不分正与负，测出电压有效值，测量高压要换孔，勿忘换挡先断电。

三、测量直流电流

1. 调零：进行机械调零，使指针指向左面 0 刻度线位置。
2. 选挡：选择合适量程，量程要大于被测电流。
3. 测量：将红黑表笔串联在被测电路中，红表笔接高电位，黑表笔接低电位。
4. 读数：交流电流值=电流值/格×格数，表针尽量指在满刻度的 2/3 以上位置，读出数值为电流有效值。

记一记：量程开关选电流，表笔串接电路中，正负极性要正确，挡位由大换到小，换好挡

后再测量。

注意：测电流、电压时，调整合适的挡位使指针位置指示在 1/2 与满刻度之间，测量结果比较准确，指针越靠近满刻度值，测量数值就越准确。

三、查阅数字式万用表测电压、电流的方法，完成下列问题

1．数字式万用表测量电压时红表笔插入_____插孔，黑表笔插入_____插孔。

2．数字式万用表测量电压时，如不能估测被测电压的值，挡位应从最小到最大依次更换挡位直到合适为止。（　　）

3．使用电压挡应注意以下几点。

（1）选择合适的量程，当无法估计被测电压的大小时，应先选_____进行测试。

（2）测量电压时，万用表要与被测电路是_____关系。

（3）测量较高的电压时，无论是直流，还是交流都要禁止_____开关。

（4）测量电压时不要超过所标示的_____ 。

（5）在测量交流电压时，最好把_____表笔接到被测电压的低电位端。

（6）数字式万用表虽有自动转换极性的功能，为避免测量误差的出现，进行直流测量时，应使_____的极性与_____的极性相对应。

（7）当测量较高的电压时，不要用手直接去碰触表笔的_____ 部分。

4．国际电气符号“～”代表_____，“—”代表_____。

5．使用电流挡时应注意：应把数字式万用表_____联到被测电路中，如果被测电流大于 200mA 时应将红表笔插入_____插孔，黑表笔插入_____插孔；如果被测电流小于 200mA 时应将红表笔插入_____插孔；如显示屏显示溢出符号“1”，表示被测电流_____所选量程，这时应更换更_____的量程；在测量电流的过程中，不能拨动_____。

6．数字式万用表测量电压时，将万用表挡位调至直 200V，将万用表黑红表笔连接所测电路的两端，如果显示 0.000 或者 0.001 等超级小的读值，需要将万用表挡位_____，直至读值满意为止，如果黑红表笔接反，读值前有一个_____，此时将黑红表笔对换就可以了。如果读值为 1，就要将挡位调至_____。

知识链接三

数字式万用表测量电压电流

1．直流（交流）电压的测量

（1）将红表笔插入“VΩ”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。

（2）正确选择量程，将功能开关置于直流或交流电压量程挡，如果事先不清楚被测电压的大小时，应先选择最高量程挡，根据读数需要逐步调低测量量程挡。

如果出现 0.000 或者 0.001 等超级小的读值，需要将万用表挡位下调，直至读值满意为止，如果黑红表笔接反，读值前有一个负号，此时需要将黑红表笔对换。如果读值为 1，我们就要将挡位调至 1000V，如若读值还是 1，说明所测电路的电压已经超出万用表所能测量的范围。

（3）将测试笔并联到待测电源或负载上，从显示器上读取测量结果，如图 1-10 和图 1-11 所示。

图 1-10 测交流电压

图 1-11 测直流电压

2. 直流（交流）电流测量

（1）将红表笔插入“mA”或“10～20A”插孔（当测量 200mA 以下的电流时，插入“mA”插孔；当测量 200mA 及以上的电流时，插入“10～20A”插孔），黑表笔插入“COM”插孔。

（2）根据测量对象是直流还是交流将功能开关置 A--或 A～量程，并将测试表笔串联接入到待测负载回路里，如图 1-12 所示。

（3）从显示器上读取测量结果，如图 1-13 所示，电流为 60mA。

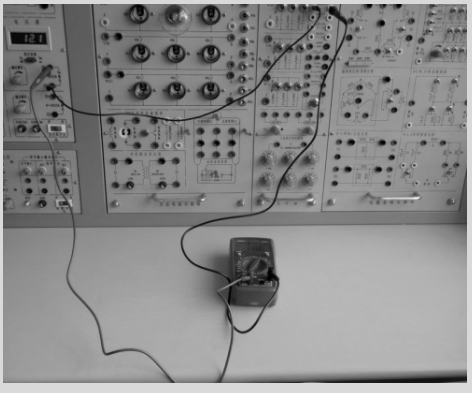


图 1-12 测直流电流

图 1-13 测直流电流读数

如果读值太小或者显示 0.000，我们可将电流挡位调小，如果显示 1，立即把黑红表笔从被测电路中拿开。万用表只能测较小电流的电流值，如果要测比较大的电流应该用专业的电流钳，以防将万用表烧坏。

学习活动三 任务实施

一、使用指针式万用表测量交直流电压

使用指针式万用表分别测量实训台的电压值，并填写表 1-2。

表 1-2　使用指针式万用表测量交直流电压

测 量 对 象	示 值 电 压	选 择 挡 位	测　量　值
直流电压	5V		
	9V		
	12V		
交流电压	6V		
	9V		
	12V		

二、使用数字式万用表测量交直流电压

使用数字式万用表分别测量实训台的电压值，并填写表 1-3。

表 1-3　使用数字式万用表测量交直流电压

测 量 对 象	示 值 电 压	选 择 挡 位	测　量　值
直流电压	5V		
	9V		
	12V		
交流电压	6V		
	9V		
	12V		

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本任务的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填入图 1-14 中。

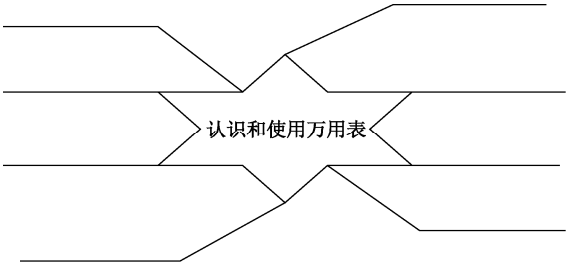


图 1-14　认识和使用万用表知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1．万用表在使用时，必须（　　），以免造成误差。同时还要注意到避免外界磁场对万用表的影响。

A．水平放置　　B．垂直放置　　C．侧斜放置

2．万用表使用完毕，应将转换开关置于（　　）的最大挡。

A．交流电流　　B．交流电压　　C．随便都可以

3．（　　）带电测量电阻，如果测量电容的电阻时，应该断电后再进行测量。

A．不能　　B．能　　C．A 和 B

4．选择合适的量程挡位，如果不能确定被测量的电流时，应该选择（　　）去测量

A．任意量程　　B．小量程　　C．大量程

5．选择合适的量程，先_____，后_____量程或看铭牌值估算。（　　）

A．选大　选小　　B．选小　选大　　C．任意都可以

6．被测线路的电流要（　　）钳表的量程。

A．低于　　B．高于　　C．大于

（二）判断题

1．在使用万用表之前，应先进行“机械调零”，即在两表笔短接时，使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。（　　）

2．在测量某一电量时，不能在测量的同时换挡，尤其是在测量高电压或大电流时。（　　）

3．万用表使用完毕，应将转换开关置于交流电压的最大挡或者 OFF 位置上。（　　）

4．使用万用表电流挡测量电流时，应将万用表并联在被测电路中，因为只有并联才能使流过电流表的电流与被测支路电流相同。（　　）

（三）填空题

1．数字式万用表测量电阻时，应将红表笔插入_____插孔，黑表笔插入_____插孔。将量程开关置于_____的范围内并选择所需的量程位置。

2．若测量教室插座的电压时，量程转换开关置于“700”处，显示器上显示“233”，则所测电压值为_____。

3. 测电压时, 将红表笔插入_____插孔, 黑表笔插入_____插孔。量程开关置于_____挡的合适量程位置上。

4．在使用万用表测量中如需换挡，应先断开_____，换挡后再去测量。

三、综合评价

序　号	评 价 标 准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能根据万用表不同的外部特征区分指针式万用表和数字式万用表						
3	能识别出指针式万用表和数字式万用表的各组成部分						
4	能准确叙述出指针式万用表测量电流和电压的步骤						

续表

序　号	评 价 标 准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
5	能熟练使用指针式万用表和数字式万用表的电流挡和电压挡						
6	工作过程中严格遵守安全操作规程。如万用表使用结束正确归位，爱护实训器具等						
7	工作过程中没有违反环保要求的行为。如按需求取用材料、将实训工位打扫干净等						
8	工作过程中尽职尽责。如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							

任务二　识别和检测电阻器

学习活动一　明确任务

电阻是电气、电子设备中用得最多的基本元件之一，主要用于控制和调节电路中的电流和电压，或用作消耗电能的负载。电阻器的种类有很多，通常分为三大类：固定电阻、可变电阻和特种电阻。在电子产品中，以固定电阻应用最多。而固定电阻以其制造材料又可分为好多类，如图 1-15 所示，但常用、常见的有碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻、贴片电阻等。通过本任务的学习，读者应该学会以下知识和技能。

图 1-15　各式各样的电阻

（1）能够识别电阻的外形、符号及单位。
（2）能够将 Ω、kΩ、MΩ 三者之间进行换算。
（3）能根据电阻的标识方法读出对应参数。
（4）能够色环电阻的参数（阻值、误差）。
（5）会使用万用表测量电阻阻值。

学习活动二　工作准备

一、查阅电阻相关知识完成下列问题

1．电阻是指_____，用符号_____来代表，单位是_____，简称_____，图形符号是_____，不同的导体电阻一般_____。

2．电阻的常用单位还有_____和_____，它们之间的关系为：1MΩ=_____kΩ=_____Ω。

3．电阻常用的标识方法有_____、_____、_____、_____。

4．电阻 6k8 使用的标识方法是_____，代表的电阻值为_____。

5．电阻 503 使用的标识方法是_____，代表的电阻值为_____。

6．常见的色环电阻有：_____和_____两种。对于四色环电阻_____环是有效数字，第三环是_____环，最后一环是_____环；对于五色环电阻前三环是_____，第四环是_____环，最后一环是_____。

7．在色环电阻中，第三环色环为“添加零的个数环”，当金色和银色出现在电阻的第三环色环时，金色应该向有效数字前面推进小数点_____位，银色应该向有效数字前面推进小数点_____位。

8．四环电阻“0.54Ω”的第一环有效数字环颜色是_____色，第二环有效数字环颜色是_____色，第三环色环颜色是_____色。

9．五环电阻“黄、紫、黑、棕、紫”，这电阻的阻值是_____，误差精度是_____%。

10．五环电阻“33k±1%”的第一环有效数字环颜色是_____色，第二环有效数字环颜色是_____色，第三环色环颜色是_____色，第四环色环颜色是_____色，第五环色环颜色是_____色。

11．请读出图 1-16 和图 1-17 色环电阻对应的阻值和误差。

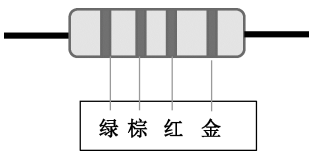


图 1-16　四环电阻

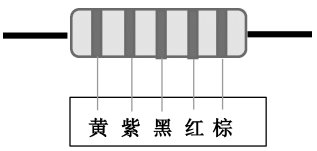


图 1-17　五环电阻

知识链接一

电阻基础知识

导体对电流的阻碍作用称为电阻，用字母 R 表示，任何物体都有电阻，当电流流过时都要

消耗一定的能量。

在国际单位制中，电阻的单位是欧姆（欧），符号是Ω。电阻的常用单位还有千欧（kΩ）和兆欧（MΩ），它们之间的关系为：

$$1M\Omega=10^3k\Omega=10^6\Omega$$

电阻器最主要的参数是阻值、误差和功率。从可以通过电阻器的参数表示来识别，其参数表示有以下几种方法。

1. 直标法

用数字和单位符号在电阻器表面标出阻值，其允许误差直接用百分数表示，若电阻上未注偏差，则均为±20%。

（1）阻值为20kΩ，误差为±0.1%，如图1-18（a）所示。

（2）阻值为2kΩ，误差为±20%，如图1-18（b）所示。

（3）阻值为1.2kΩ，误差为±10%，如图1-18（c）所示。

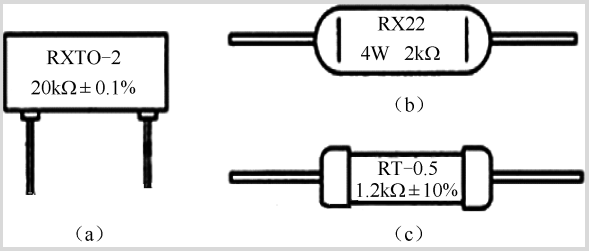


图1-18 直标法

2. 文字符号法

用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值，其允许偏差也用文字符号表示。符号前面的数字表示整数阻值，后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。

表示允许误差的文字符号：D、F、G、J、K、M。

允许偏差：±0.5%、±1%、±2%、±5%、±10%、±20%。

（1）阻值为4Ω：误差为±5%，如图1-19（a）所示。

（2）阻值为6Ω：误差为±5%，如图1-19（b）所示。

（3）阻值为6.8Ω，误差为±5%，如图1-19（c）所示。

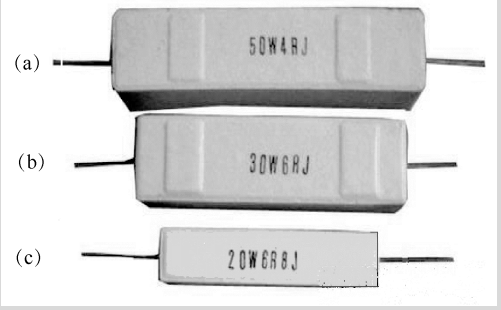


图1-19 文字符号法

3. 数码法

在电阻器上用三位数码表示标称值的标志方法。数码从左到右，第一、二位为有效值，第

三位为指数幂，即零的个数，单位为 Ω。偏差通常采用文字符号表示。图 1-20 所示电阻值为 50kΩ。

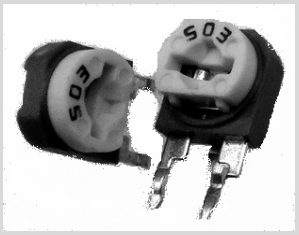


图 1-20　数码法

4. 色标法

用不同颜色的带或点在电阻器表面标出标称阻值和允许偏差。国外电阻大部分采用色标法。黑-0、棕-1、红-2、橙-3、黄-4、绿-5、蓝-6、紫-7、灰-8、白-9、金-±5%、银-±10%、无色-±20%。

色环含义：最后一环是允许误差，倒数第二环为乘数，前面依次是有效数字。当电阻为四环时，最后一环必为金色或银色，前两位为有效数字，第三位为乘方数，第四位为偏差。当电阻为五环时，最后一环与前面四环距离较大。前三位为有效数字，第四位为乘方数，第五位为偏差，如图 1-21 所示。

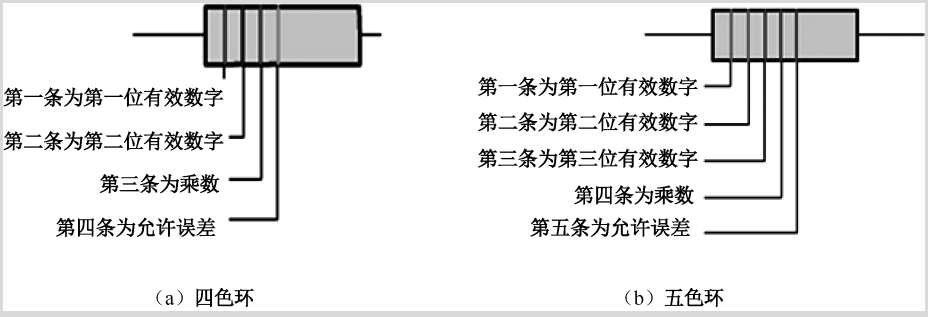


图 1-21　色标法

判断电阻首环的方法如下。

（1）尾环距离前一环的间隙比其他相邻环之间的间隙大。

（2）常见色环电阻尾环的颜色一般为金色、银色、棕色。

（3）倍率环的颜色不可能为紫色、灰色、白色。

（4）首环不可能为金色、银色。

二、查阅万用表测电阻的方法，完成下列问题

1. 指针式万用表欧姆挡，_____表笔所接为表内电源正极，_____表笔所接为电源负极。

2. 指针式万用表测电阻时，每次更换挡位后，都要重新_____。

3. 测电阻时，当指针指在_____区域时，说明使用挡位合适。

4. 用欧姆表测同一定值电阻的阻值时，分别用×1、×10、×100 三个挡测量三次，指针所指位置为图 1-22 中的①、②、③，为了提高测量的准确度应选择的是_____挡，被测电阻值

约为_____Ω。

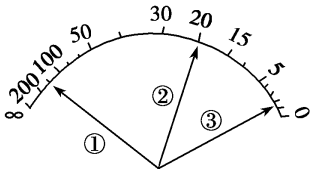


图 1-22　指针所指位置

5．数字式万用表测量电压和测量电阻使用的是相同的表笔插孔。　　（　　）

6．数字式万用表的显示屏显示“ 1 ”表示使用挡位太小，需要更换大挡位。　　（　　）

7．使用数字式万用表测量电阻时，显示屏显示数值对应的单位一定是 Ω。　　（　　）

8．数字式万用表测量电阻时，打开电源，对表进行使用前的检查：将两表笔短接，显示屏应显示_____；将两表笔开路，显示屏应显示_____。以上两个显示都正常时，表明该表可以正常使用，否则将不能使用。

9．数字式万用表测量电阻时，若显示屏显示溢出符号“ 1 ”，表明量程选的不合适，应更换更_____的量程进行测量；若显示值为_____，表明被测电阻已经短路；在量程选择合适的情况下，若显示值为“ 1 ”，表明被测电阻器的阻值为_____。

10．若测量一电阻器，量程转换开关置于“ 20k ”处，显示器上显示“ 12■54 ”，则所测电阻阻值为_____。

知识链接二

万用表测量电阻

一、指针式万用表测电阻

指针式万用表欧姆挡可以测量导体的电阻。欧姆挡用“Ω”表示，分为 R×1、R×10、R×100、R×1k 和 R×10k 五挡，如图 1-23 所示。使用万用表欧姆挡测电阻，应遵循以下步骤。

（1）机械调零。观察万用表指针是否指在左侧零刻度线处。如果是则进行下一步，如果没有则利用一字形螺丝刀旋转机械调零旋钮，使其处于零刻度线处，如图 1-23 所示。

图 1-23　机械调零旋钮

（2）选挡。将选择开关置于 R×1k 挡，如图 1-24 所示。

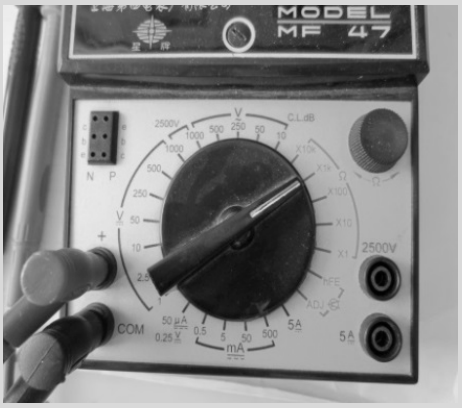


图 1-24　选挡

（3）欧姆调零。将两表笔短接调整欧姆调零旋钮，使表针指向电阻刻度线右端的零位。若指针无法调到零点，说明表内电池电压不足，应更换电池，如图 1-25 所示。

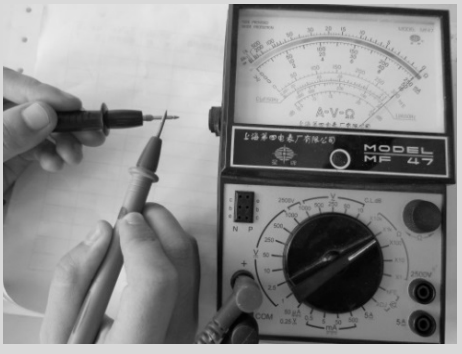


图 1-25　欧姆调零

（4）测量。用两表笔分别接触被测电阻两引脚进行测量，如图 1-26 所示。

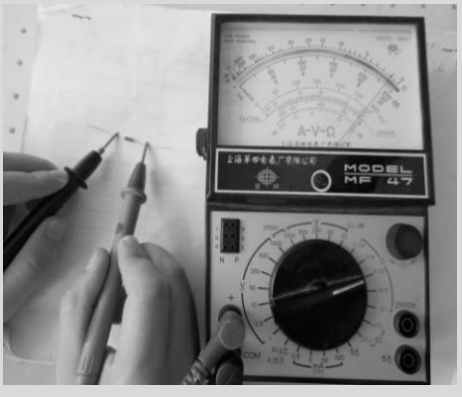


图 1-26　测量

为使测量较为准确，测量时应使指针指在 1/3～2/3 位置。若指针偏角较小，应换用倍率更大的挡，若指针偏角较大，应换用倍率更小一些的挡。每次换挡后，应再次欧姆调零，然后再测量，如图 1-27 所示。

图 1-27　换挡后再测量

（5）读数。正确读出指针所指电阻的数值，再乘以倍率（R×100 挡应乘 100，R×1k 挡应乘 1000），就是被测电阻的阻值。

阻值=刻度值 × 倍率

例：观察图 1-28 表盘刻度值为 18kΩ 阻值（使用挡位是 R×1k）。

图 1-28　表盘刻度值

（6）归位。测量结束后，将选择开关置于交流电压最大挡或 OFF 挡位。

二、数字式万用表测电阻

使用数字式万用表测量电阻的步骤如下。

（1）打开电源开关。

（2）将红表笔插入“VΩ”插孔，黑表笔插入 COM 插孔。

（3）将功能开关置于 Ω 量程，将两只测试表笔并接到待测电阻上。

（4）从显示器上读取测量结果（电阻为 2.34kΩ，如图 1-29 所示）。

（5）关闭电源开关。

注意：

（1）在测量电阻时，如果显示屏显示“1.”，表示选择挡位太小，需要更换大挡位。如果显示“0.00”，可能是选择挡位过大，需要减小挡位。每一个挡位的数值大小代表了在这个挡位时所能测得的最大电阻值。

（2）显示的数值单位要跟选择挡位的单位保持一致。

（3）测试完毕，要关闭电源。如果长期不使用应将电池取下。

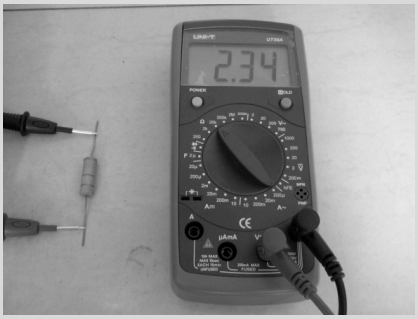


图 1-29 数字式万用表测电阻

学习活动三 任务实施

一、观察指针式万用表

观察实训室工位上的指针式万用表，并将结果填入表 1-4 中。

表 1-4 测量结果

序 号	指 针 位 置	转换开关位置	读 数 值	备 注
1	0 过 9 格	×1		
2	5 过 6 格	×1k		
3	15 过 3 格	×100		
4	30 过 7 格	×10		
5	50 过 8 格	×10k		

二、使用万用表检测电阻

使用万用表检测工位上的电阻，并填写表 1-5 中。

表 1-5 使用万用表检测电阻

电 阻 器	识别及检测内容				计 分	评分标准
	色环颜色	标称值	测量值	测量挡位	每支 1 分	每支电阻检错一项，该电阻器不得分
R_1						
R_2						
R_3						
R_4						

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填入图 1-30 中。

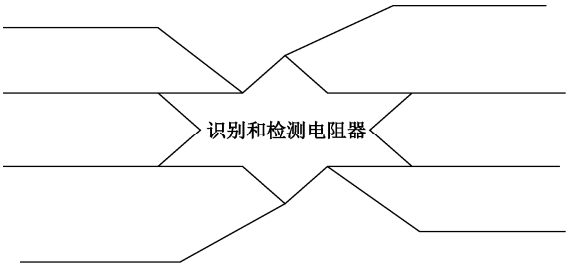


图 1-30　识别和检测电阻器知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1. 万用表挡位选择，遵循先选挡位后选量程，量程从_____到_____选用。（　　）

A. 大　小　　B. 小　大　　C. 任意都可以

2. 当指针指示于满量程的（　　）时测量精度最高，读数最准确。

A. 1/2　　B. 1/3　　C. 2/3　　D. 1/3～2/3

3. 在用 R×10k 电阻挡测兆欧级的大阻值电阻时，不可用手指捏在电阻两端，这样人体电阻会使测量结果偏（　　）。

A. 大　　B. 小　　C. 不影响

4. 用多用表测直流电压 U 和电阻 R 时，若红表笔插入正（＋）插孔，则（　　）。

A. 前者电流从红表笔流入多用表，后者电流从红表笔流出多用表

B. 前者电流从红表笔流出多用表，后者电流从红表笔流入多用表

C. 前者电流从红表笔流入多用表，后者电流从红表笔流入多用表

D. 前者电流从红表笔流出多用表，后者电流从红表笔流出多用表

5. 关于多用表表面的欧姆挡刻度线，下列说法正确的是（　　）。

A. 零欧姆刻度线与零电流刻度线重合

B. 零欧姆刻度线与电流表满偏的刻度线重合

C. 欧姆挡表面的刻度线是不均匀的，欧姆值越大，刻度线越密

D. 欧姆挡表面的刻度线是不均匀的，欧姆值越小，刻度线越密

6. 下列各项中，对于多用表的说法正确的是（　　）。

A. 无论作电压表、电流表还是欧姆表使用，内部都装有电池

B. 无论作电压表、电流表还是欧姆表使用，红表笔的电势总是高于黑表笔的电势

C. 无论作电压表、电流表还是欧姆表使用，电流总是从正接线柱流入，从负接线柱流出

D. 以上说法都不正确

7．欧姆表调零后，用“ ×10 ”挡测量一个电阻的阻值，发现指针偏转角度很小，则下列说法和做法中正确的是（　　）。

A．这个电阻的阻值很小

B．这个电阻的阻值很大

C．为测得更准确些，应当换用“ ×1 ”挡，并且重新调零后进行测量

D．为测得更准确些，应当换用“ ×100 ”挡，并且重新调零后进行测量

（二）判断题

1．指针式万用表欧姆挡刻度线和电压电流挡 0 刻度线一样位于表盘右边。（　　）

2．当被测电阻超过数字式万用表的量程时，会显示 1。（　　）

3．万用表的欧姆挡的刻度线是不均匀的。（　　）

4．指针式万用表测量电阻的过程中可以换挡位。（　　）

（三）填空题

1．数字式万用表测量电阻时，应将红表笔插入_____插孔，黑表笔插入_____插孔。将量程开关置于_____的范围内并选择所需的量程位置。

2．电阻的换算：2000kΩ=_____MΩ　　1 kΩ=_____Ω。

3．五环电阻“ 黄、紫、黑、棕、紫 ”的阻值是_____，误差是_____%。

4．色环电阻“ 棕、兰、红、金 ”的阻值是 _____。

5．一多用电表的电阻挡有 3 个倍率，分别是×1、×10、×100，用×10 挡测量某电阻时，操作步骤正确，发现表头指针偏转角度很小，为了较准确地进行测量，应换到_____挡，如果换挡后立即用表笔连接待测电阻进行读数，那么缺少的步骤是_____ ;若补上该步骤后测量，表盘的示数如图 1-31 所示，则该电阻的阻值是_____Ω。

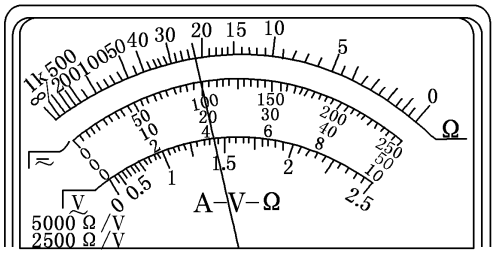


图 1-31　表盘的示数

6．用欧姆表测电阻时，由于调零不当，两表笔短接时，指针所指位置如图 1-32 所示。如果去测电阻，那么被测电阻的测量值将比它的真实值偏_____。

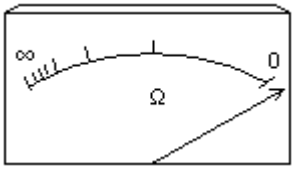


图 1-32　指针的位置

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能够识别电阻的外形、符号及单位						
3	能够换算 Ω、kΩ、MΩ						
4	能根据电阻的标识方法读出对应参数						
5	能够识读色环电阻的参数（阻值、误差）						
6	会使用万用表测量电阻阻值						
7	工作过程中严格遵守安全操作规程，如万用表正确归位、不损坏元器件等						
8	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用实训材料、将实训工位打扫干净等						
9	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							

任务三　识别和检测电容器

学习活动一　明确任务

电容器通常简称电容，用字母 C 表示，是“装电的容器”，一种容纳电荷、储存电能的元件，是电子设备中大量使用的电子元件之一，广泛应用于电路中的隔直通交、耦合、旁路、滤波、调谐回路、能量转换、控制等方面。通过本任务的学习你应该学会以下知识和技能。

（1）会区分常见的电容器、判断电容的型号、用途等。

（2）会根据标识识读电器容器的参数。

（3）能熟练使用万用表检测电容器的引脚和质量。

学习活动二　工作准备

一、查阅相关资料、完成下列问题

1．电容是描述电容器容纳 _____的物理量。

2．在国际单位制中，电容的单位是_____；常用单位还有_____和_____，它们之间的关系为：1F=_____μF=_____pF。

3．写出下列标有色点的电容器的标称容量。

红黄棕_____；棕绿棕_____；蓝紫黑_____；黄紫棕_____。

4．写出下列标有数字和字母的电容器的标称容量。

103k____，4n7____，223J____。

104____，109____，224k____。

68____，3m3____，p33____。

5．电容器上标有 2200μF、35V，表示标称容量为_____，耐压为_____。

知识链接一

电容器及标识

一、电容器

电容器是衡量导体储存电荷能力的物理量。用字母 C 标识。

电容器在电路中的符号如图 1-33 所示。

图 1-33　电容器在电路中的符号

电容器常见的单位：毫法（mF）、微法（μF）、纳法（nF）、皮法（pF）。

电容器的单位换算：

1 法拉（F）= 1000 毫法（mF）=1000000 微法（μF）

1 微法（μF）= 1000 纳法（nF）= 1000000 皮法（pF）

二、电容器的作用

电容器容量的大小就是表示能储存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。电容的特性主要是隔直流通交流，通低频阻高频。在电路中的主要作用有隔直流、耦合、滤波、补偿、储能等。

电容器的分类：根据极性可分为有极性电容和无极性电容。实训室常用的瓷片电容是无极性电容，电解电容是有极性的电容，如图 1-34 和图 1-35 所示。

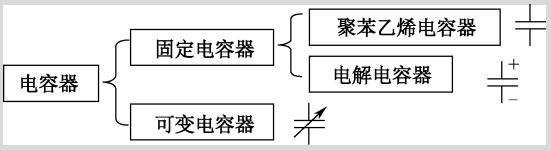


图 1-34　电容器的分类

图 1-35　实训室常见电容器

三、电容器的参数

（1）标称电容量：电容的标称容量是指标示在电容表面的电容量。

（2）耐压：电容的耐压是指在允许环境温度范围内，电容长期安全工作所能承受的最大电压有效值。

（3）允许误差等级：电容的允许误差等级是指电容的标称容量与实际电容量的最大允许偏差范围。

四、电容器的标识方法

（1）直标法：将电容的标称值用数字和单位在电容的本体上表示出来。

例如，220UF 表示 220μF；6n8 表示 6.8nF=6800pF。

（2）数码法：用一位到四位数表示有效数字，单位一般为 pF；若用 0.0X 或 0.X 表示时，其单位为 μF。采用三位数标注的电容器有一个特殊的，就是当第三位数字是 9 时，它表示有效数字乘以 10^{-1}。

例如，3 表示 3pF；2200 表示 2200pF；0.056 表示 0.056μF；

102 表示 10×10^{2}=1000pF；　　224 表示 22×10^{4}=0.2μF。

3. 色标法：用色环或色点表示电容器的主要参数，电容器的色标法与电阻相同。

二、查阅电容器检测相关资料，完成下列问题

1. 选择指针式万用表电阻挡，根据电容量选择合适的_____，并进行欧姆_____。

2. 在测量前，先要对电容进行_____。放电方法是_____。

3. 在测量时，对于有极性的电容，黑表笔接电容_____，红表笔接电容_____。

4. 对于电容量 5000pF 以下的电容器，检测时指针应_____，说明电容质量好，否则为漏电或击穿。

5. 对于电容量在 0.01μF 以上的电容器，根据表格选择相应的量程，检测时指针应向_____方向偏转一定的角度后再慢慢回到_____处；如指针无偏转现象则电容器_____；如不能回左侧零刻度线处为_____。

6. 在测量过程中指针向右偏转的角度越大说明电容器的电容量_____。

7. 数字式万用表测量电容器时，应将红表笔插入_____插孔，黑表笔插入_____插孔；将量程开关置于_____的范围内并选择所需的量程位置；测量电容容量时应将电容器两引脚_____，目的是_____。如果显示器上显示 2■45，所用量程为 20μF 时，说明被测电容器容量为_____。

知识链接二

电容器检测

一、指针式万用表检测电容器

1. 容量在 0.01μF 以下固定电容的检测

对于 0.01μF 以下的固定电容器容量太小，用万用表进行测量，只能定性地检查其是否有

漏电、内部短路或击穿现象。测量时，可选用万用表 R×10k 挡，用两表笔分别任意接电容的两个引脚，阻值应为无穷大。若测出阻值（指针向右摆动）为零，则说明电容漏电损坏或内部击穿。

2. 容量为 0.01μF 以上固定电容的检测

将指针式万用表调至 R×10k 欧姆挡，并进行欧姆调零，然后，观察万用表指示电阻值的变化。

若表笔接通瞬间，万用表的指针应向右微小摆动，然后又回到无穷大处，调换表笔后，再次测量，指针也应该向右摆动后返回无穷大处，可以判断该电容正常；并且指针向右偏转的角度越大说明电容器的电容量越大。

若表笔接通瞬间，万用表的指针摆动至“0”附近，可以判断该电容被击穿或严重漏电；若表笔接通瞬间，指针摆动后不再返回至无穷大处，可判断该电容器漏电；若两次万用表指针均不摆动，可以判断该电容已开路。

3. 电解电容器的检测

（1）因为电解电容的容量较一般固定电容大得多，所以，测量时，应针对不同容量选用合适的量程。根据经验，一般情况下，1～47μF 间的电容，可用 R×1k 挡测量，大于 47μF 的电容可用 R×100 挡测量。5000pF 以上选用 R×10k 挡，0.01～1μF，选用 R×10k 档。

（2）将万用表红表笔接负极，黑表笔接正极，在刚接触的瞬间，万用表指针即向右偏转较大偏度（对于同一电阻挡，容量越大，摆幅越大），接着逐渐向左回转，直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向漏电阻，此值略大于反向漏电阻。实际使用经验表明，电解电容的漏电阻一般应在几百 kΩ 以上，否则，将不能正常工作。在测试中，若正向、反向均无充电的现象，即表针不动，则说明容量消失或内部断路；如果所测阻值很小或为零，说明电容漏电大或已击穿损坏，不能再使用。

（3）对于正、负极标志不明的电解电容器，可利用上述测量漏电阻的方法加以判别。即先任意测一下漏电阻，记住其大小，然后交换表笔再测出一个阻值。两次测量中阻值大的那一次便是正向接法，即黑表笔接的是正极，红表笔接的是负极。

二、数字式万用表测量电容器

数字式万用表测量电容容量并不是所有电容都可测量，要依据数字式万用表的测量挡位来确定。用数字式万用表测量电容的电容量具体方法是将数字式万用表置于电容挡，根据电容量的大小选择适当挡位，待测电容充分放电后，将待测电容直接插到测试孔内或两表笔分别直接接触进行测量。数字式万用表的显示屏上将直接显示出待测电容的容量。

学习活动三 任务实施

一、使用指针式万用表检测电容器

用指针式万用表检测电容器并完成表 1-6。

表 1-6　指针式万用表检测电容器

电容器	识别及检测内容				计　分	评 分 标 准
	标称容量	耐压	测量挡位	质量判定	每支 1 分	质量判定分为：可用、断路、短路和漏电四种。每支电容器检错一项，该电容器不得分
C_1						
C_2						
C_3						
C_4						

二、使用数字式万用表检测电容器

识读电容器的标称容量，并用数字式万用表的电容挡检测电容器的实际容量，完成表 1-7。

表 1-7　数字式万用表检测电容器

电　容	标 称 容 量	实 际 容 量
160V　4.7μF		
25V　100μF		
50V　220μF		
104		
331		

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填入图 1-36 中。

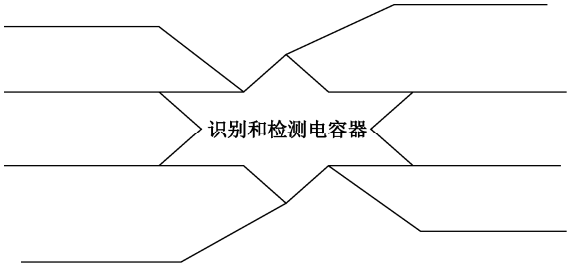


图 1-36　识别和检测电容器知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1．使用指针式万用表检测一电容，结果万用表指针向右偏转后一直不动，说明该电

容（　　）。

A．短路　　B．漏电　　C．开路　　D．正常

2．下列哪项功能电容器无法实现（　　）。

A．储能　　B．滤波　　C．整流　　D．隔直通交

3．用指针式万用表检测 100μF的电容器，应该选在（　　）。

A．R×100 挡　　B．R×1k 挡　　C．R×1 挡　　D．R×10k 挡

4．一贴片电容上标有 30 的字样，则该电容的容量为（　　）。

A．0.03μF　　B．30μF　　C．30pF　　D．30F

（二）判断题

1．从外观上辨认电解电容器的正负极。（　　）

2．测量大容量的电容器时，所测绝缘电阻很小或者为 0 ，可以判断该电容器不能再正常使用。（　　）

3．测量大容量的电容器时，可以不先将电容器的两个引脚短接。（　　）

4．每个电容器的容量、误差、耐压都必须标在电容器的表面。（　　）

（三）填空题

1．写出下列电容器的标称容量、耐压值 *C*=16V 33μF_____；*C*=50V 220μF_____。

2．电解电容一般是有极性的，它的极性（常标出负极“ - ”）标示在外壳上，对新电容器，长脚是_____极，短脚是_____极。

3．电容的单位是_____，比它小的单位是_____和_____，它们之间的换算关系为_____。

4．电容器是一种_____元件，可以_____交流_____，_____直流。

三、综合评价

序 号	评 价 标 准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	会区分常见的电容器、判断电容的型号、用途等						
3	会根据标识识读电容器的参数						
4	能熟练使用万用表检测电容器的引脚和质量						
5	工作过程中严格遵守安全操作规程						
6	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用实训耗材、将实训工位打扫干净等						
7	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							

任务四　手工焊接

学习活动一　明确任务

任何电子产品，都是由基本的电子元件器件和功能模块，按电路工作原理，用一定的工艺方法连接而成的。虽然连接方法有多种（如绕接、压接、粘接等），但使用最广泛的方法是锡焊。手工焊接是传统的焊接方法，虽然批量电子产品生产已较少采用手工焊接了，但对电子产品的维修、调试中不可避免地还会用到手工焊接，焊接质量的好坏也直接影响到维修效果。通过本任务的学习，你应该学会以下知识和技能。

（1）会辨认焊接材料和工具。

（2）会对元件进行造型、布局和安装。

（3）会使用万用表对电烙铁进行安全检查和处理。

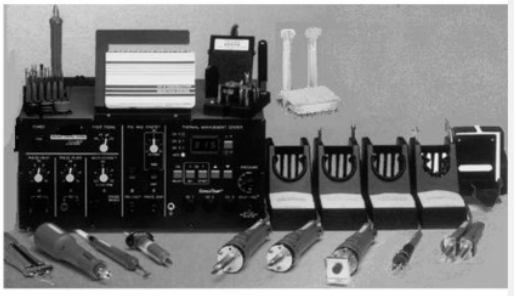
（4）能熟练使用电烙铁焊接电路。

学习活动二　工作准备

一、查阅手工焊接相关资料，完成下列问题

1．在电子产品的装配中，焊料一般选用_____。

2．写出图片中设备的名称。



_____　_____　_____

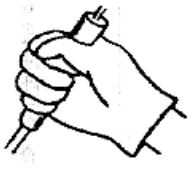
3．电烙铁按加热方式可分为_____和_____两大类，常用电烙铁是直热式电烙铁，它又可分为_____和_____两种，结构上都是由_____、_____、_____、_____等几部分组成的，且都是由烙铁芯通电后发热使烙铁头温度升高而工作的。

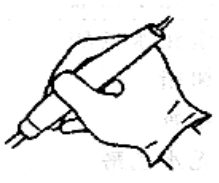
4．电烙铁的基本使用方法。

（1）请写出新烙铁处理步骤：

_____→_____→_____→_____→_____。

（2）写出图中电烙铁的握法。





_____ _____ _____

5．电烙铁的安全检测。

（1）测阻值——选择万用表欧姆挡位：_____挡；测量电烙铁电_____，观察万用表指针，正常情况下_____kΩ 左右；若测量结果为 0，说明电烙铁有_____故障；若测量结果为∞，说明电烙铁有_____故障。

（2）测绝缘——选择万用表_____Ω 挡，测量电源插头与金属外壳之间的阻值，正常为_____。

6．电烙铁接通电源后，不热或不太热的原因可能为（　　）。

A．操作姿势不当　　B．电压低于额定电压

C．电烙铁头发生氧化　　D．电烙铁头根端与外管内壁紧固部位氧化

7．清洁电烙铁所使用的海绵应蘸有适量的（　　）。

A．酒精　　B．丙酮

C．干净的水　　D．助焊剂

8．一般来说电烙铁的功率越大，热量越（　　），烙铁头的加热时间越（　　）。

A．小　　B．大

C．短　　D．长

9．手工焊接工具除了电烙铁外，还可能使用到_____、_____、_____、_____等。

10．半导体元件的焊接最好采用（　　）的低温焊丝，焊接时间要（　　）。

A．较细　　B 较粗

C．长　　D．短

知识链接一

手工焊接材料和工具

一、手工焊接材料

利用加热或其他方式使焊料与被焊金属原子之间相互吸引，相互渗透，依靠原子之间的内聚力使两金属永久的牢固地结合的方法称为焊接。焊接通常分为熔焊、钎焊、压焊。

锡焊是将熔点比焊件低的焊料和焊件都加热到锡焊温度，在焊件不熔化的情况下，熔化并浸润锡焊面，依靠二者的扩散形成焊件的连接方法。

1．锡焊材料

锡焊所用焊料通常选用铅锡合金焊锡。通常含锡 Sn63%，含铅 Pb 37%的合金即有铅焊锡，且锡丝内部含有一定量的助焊剂。铅焊锡具有良好的导电性、抗腐蚀性好、熔点低等特点。实训室所用焊锡丝，如图 1-37 所示。

注意：

（1）锡丝须整卷套在架子上，放置于身体左边。

（2）使用左手拉锡丝，须和施力方向平行，使用方法如图 1-38 所示。

图 1-37　实训室所用焊锡丝

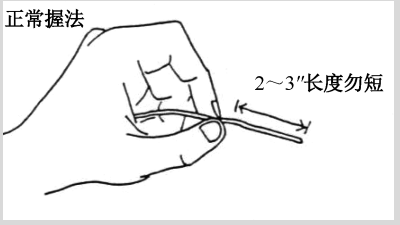


图 1-38　使用方法

（3）锡丝不可拉出太长，以免焊锡丝碰到地面致使其他污染物附着在焊锡丝上而加附于焊点上，也不可太短，以免烫伤手；

（4）洗过手后方可进食，勿使锡丝残留物吃进口内。

2. 助焊剂和阻焊剂

助焊剂能改善焊接性能，能破坏金属氧化层，使氧化物漂浮在焊锡表面，有利于焊锡的浸润和焊点合金的生成，还能覆盖在焊料表面，防止焊料或金属继续氧化。常见的助焊剂是松香、无水乙醇，一般选择松香作为助焊剂，如图 1-39 所示。

图 1-39　松香

阻焊剂是一种耐高温涂料，它使焊接只在需要焊接的焊点上进行，而将不需焊接的部分保护起来，能够避免焊点之间短路现象的发生。

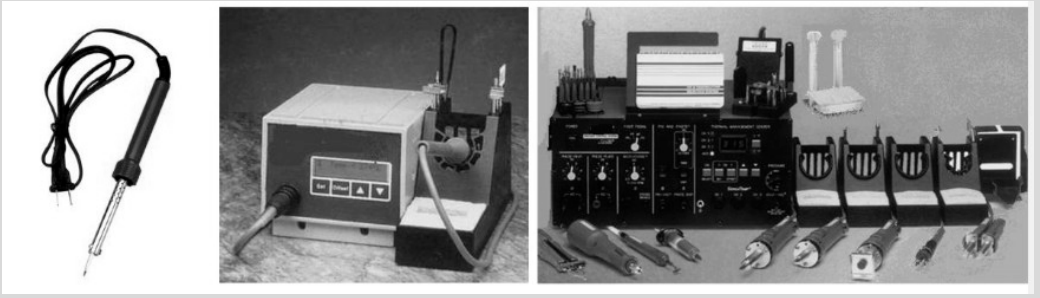
二、手工焊接工具

（一）电烙铁

1. 电烙铁的类型

电烙铁是手工焊接的基本工具，其作用是把适当的热量传送到焊接部位，以便只溶化焊料而不融化元件，使焊料和被焊金属连接起来。电烙铁分为外热式和内热式两大类，几种常见电烙铁外形图，如图 1-40 所示。

外热式电烙铁，如图 1-41（a）所示：芯子（发热元件）是用电阻丝绕在以薄云母片绝缘的筒子上，烙铁头安装在芯子里面。外热式电烙铁如我们常用的 45～60W 电烙铁。



（a）常见教学电烙铁　　（b）恒温电烙铁　　（c）配备成套设备的焊接工作站

图 1-40　电烙铁外形图

内热式电烙铁，如图 1-41（b）所示：芯子（发热元件）安装在烙铁头内，被烙铁头包起来，直接对烙铁头加热。

内热式电烙铁芯子（发热元件）的镍铬丝和绝缘瓷管都比较细，因而机械强度较外热式差，不耐冲击，在使用时不要随意敲击、铲撬，更不能用钳子夹发热管子，以免发生意外。

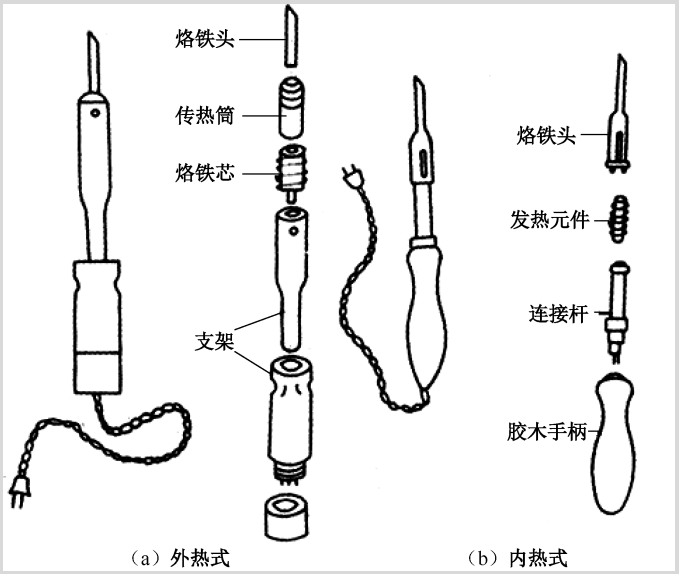


图 1-41　电烙铁结构图

2. 电烙铁的检测

测阻值：选择万用表欧姆挡位，R×100 Ω 挡；测量电烙铁电源线插头，观察万用表指针，读值，正常情况下为 2kΩ 左右；若测量结果为 0，说明电烙铁有短路故障；若测量结果为∞，说明电烙铁有断路故障。

测绝缘：选择万用表 R×10kΩ 挡，测量电源插头与金属外壳之间的阻值，正常为∞，如图 1-42 所示。

3. 烙铁头的处理

烙铁头的处理程序如图 1-43 所示。

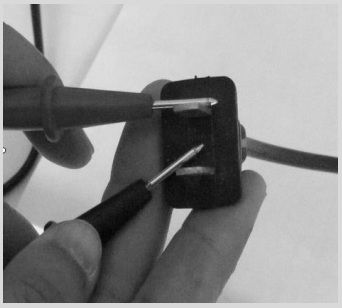


图 1-42　测绝缘

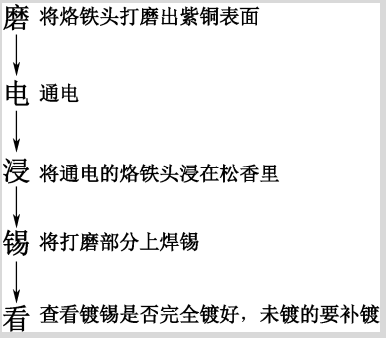


图 1-43　烙铁头的处理程序

4. 电烙铁的握法

手握烙铁掌握正确的操作姿势，可以保证操作者的身心健康，减轻劳动伤害。为减少焊剂加热时挥发出的化学物质对人体的危害，减少有害气体的吸入量，一般情况下，烙铁到鼻子的距离应该不少于 20cm，通常以 30cm 为宜。电烙铁的握法如图 1-44 所示。

（a）反握法　　（b）正握法　　（c）握笔法

图 1-44　电烙铁的握法

反握法：是用五指把电烙铁的柄握在掌内。此法适用于大功率电烙铁，焊接散热量大的被焊件。

正握法：此法适用于较大的电烙铁，弯形烙铁头的一般也用此法。

握笔法：用握笔的方法握电烙铁，此法适用于小功率电烙铁，焊接散热量小的被焊件，如焊接收音机、电视机的印制电路板及其维修等。

（二）其他工具

在焊接过程中常用的工具还有斜口钳、镊子等，如图 1-45 所示，此外，在焊接中可能还会用到吸锡器、剥线钳等，如图 1-46 所示。

图 1-45　实训室的常用焊接工具

图 1-46 其他工具

二、查阅相关资料，完成下列问题

1. 手工焊接的操作步骤为_____，_____，_____，_____，_____。
2. 在加锡时，锡丝应放在烙铁头_____处，烙铁撤离方向为_____。
3. 下列各项中手工焊接五步操作法的正确步骤为（　　）。
   ①移开电烙铁　②加热焊件　③放上焊锡丝　④准备　⑤移开焊锡丝
   A. ①②③④⑤　　B. ④②③⑤①　　C. ⑤②③④①　　D. ④②③①⑤
4. 在烙铁头上加锡丝可以达到清洗烙铁头的目的。（　　）
5. 在焊接某焊件时，任何焊件可以使用任何烙铁头。（　　）
6. 在焊接某焊件时，焊接时间越长越好。（　　）
7. 放上焊锡丝时，为迅速加热焊件，可以直接把焊锡丝加到烙铁头上。（　　）
8. 移开电烙铁时，注意撤离电烙铁时的方向应该是向上约 45 °的方向，慢速撤离电烙铁。（　　）
9. 为保证焊接质量，注意要保持焊件各部分均匀受热。（　　）
10. 为保证焊接质量，注意移开焊锡的时间要迟于拿开烙铁的时间。（　　）

知识链接二

手工焊接方法和工艺

一、焊接准备

焊接前测量检查、元器件成形和锡焊接点设计（图 1-47 和图 1-48）、元器件引线预焊（图 1-49）、焊前镀锡（图 1-50）、标记位置（图 1-51）、安装位置（图 1-52）。

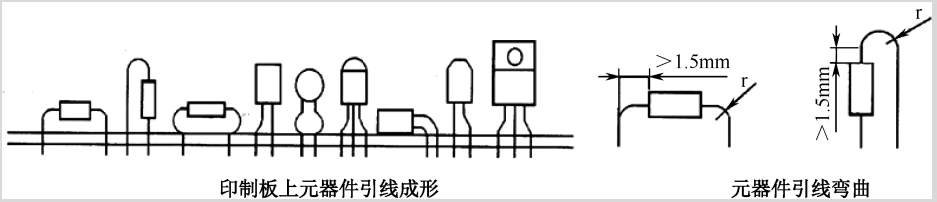


图 1-47 元器件成形

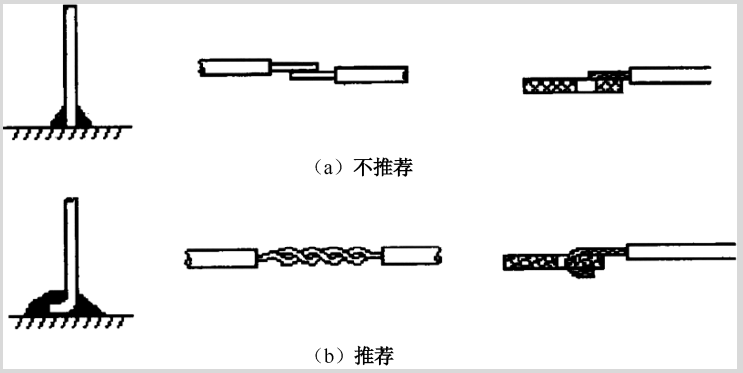


图 1-48　锡焊接点设计

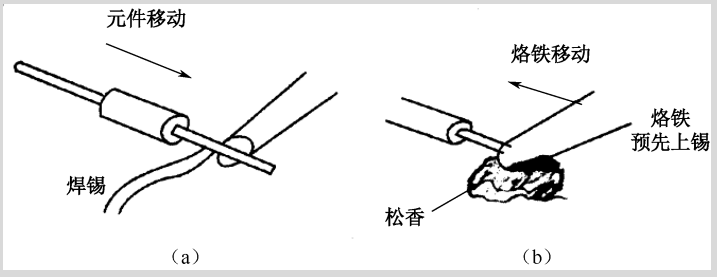


图 1-49　元器件引线预焊

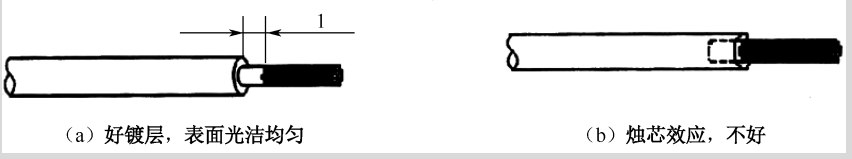


图 1-50　焊前镀锡

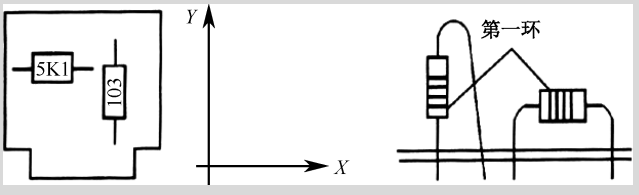


图 1-51　标记位置（以易于识读为原则）

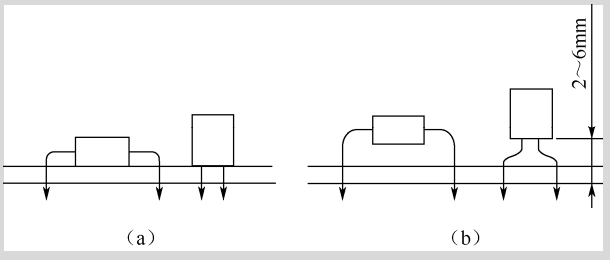


图 1-52　安装位置（b 优于 a）

二、焊接步骤

手工焊接操作过程可以分成准备、加热、加焊锡、去焊锡、去烙铁等五个步骤，如图 1-53

所示。

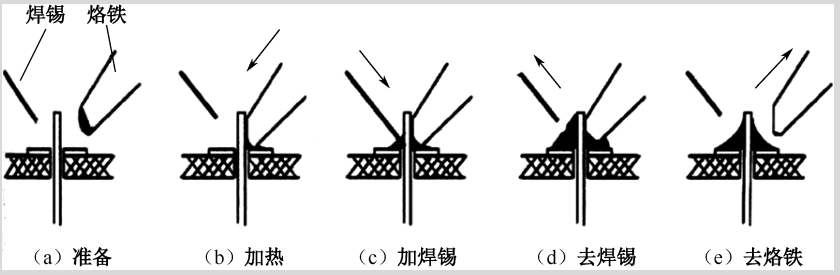


图 1-53　五步焊接过程

步骤一：准备[图 1-53（a）]。左手拿焊丝，右手握烙铁，进入备焊状态。要求烙铁头保持干净，无焊渣等氧化物，并在表面镀有一层焊锡。

步骤二：加热[图 1-53（b）]。烙铁头靠在两焊件的连接处，加热整个焊件全体，时间为 1～2 秒。对于在印制板上焊接元器件来说，要注意使烙铁头同时接触两个被焊接物。例如，图 1-53（b）中的导线与接线柱、元器件引线与焊盘要同时均匀受热。

步骤三：加焊锡[图 1-53（c）]。焊件的焊接面被加热到一定温度时，焊锡丝从烙铁对面接触焊件。注意不要把焊锡丝送到烙铁头上。

步骤四：去焊锡[图 1-53（d）]。当焊丝熔化一定量后，立即向左上 45° 方向移开焊丝。

步骤五：去烙铁[图 1-53（e）]。焊锡浸润焊盘和焊件的施焊部位以后，向右上 45° 方向移开烙铁，结束焊接。从第三步开始到第五步结束，时间也是 1～2 秒。

对于热容量小的焊件，如印制板上较细导线的连接，可以简化为三步操作。

步骤一：准备。同以上步骤一。

步骤二：加热与送焊锡。烙铁头放在焊件上后即放入焊锡。

步骤三：去烙铁。焊锡在焊接面上浸润扩散达到预期范围后，立即拿开焊丝并移开烙铁，并注意移去焊丝的时间不得滞后于移开烙铁的时间。

焊点的正确形状（图 1-54），焊点 a 一般焊接比较牢固；焊点 b 为理想状态，一般不易焊出这样的形状；焊点 c 焊锡较多，当焊盘较小时，可能会出现这种情况，但是往往有虚焊的可能；焊点 d、e 焊锡太少；焊点 f 提烙铁时方向不合适，造成焊点形状不规则；焊点 g 烙铁温度不够，焊点呈碎渣状，这种情况多数为虚焊；焊点 h 焊盘与焊点之间有缝隙为虚焊或接触不良；焊点 i 引脚放置歪斜。一般形状不正确的焊点，元件多数没有焊接牢固，一般为虚焊点，应重焊。

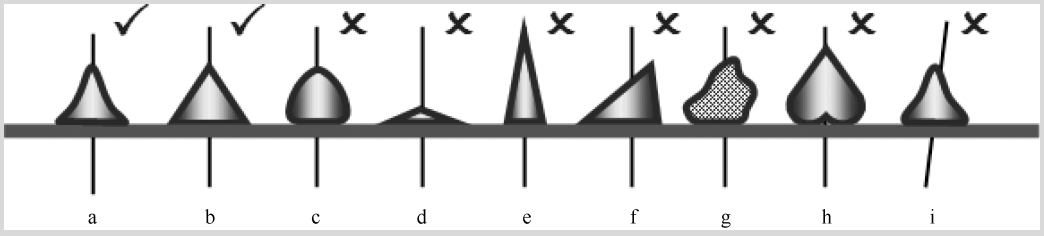


图 1-54　焊点

焊点的正确形状俯视（图 1-55），焊点 a、b 形状圆整，有光泽，焊接正确；焊点 c、d 温度不够，或抬烙铁时发生抖动，焊点呈碎渣状；焊点 e、f 焊锡太多，将不该连接的地方焊成短路。

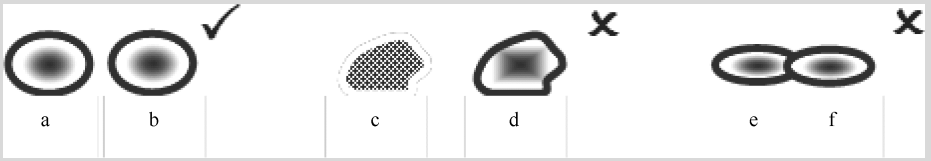


图 1-55　焊点的正确形状与错误形状（俯视）

三、拆焊

拆焊也是焊接技术中重要的操作技能，能补救电路中的错焊。可辅以吸锡器使用。常用的方法如图 1-56 所示。

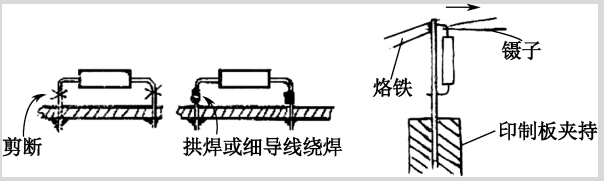


图 1-56　拆焊

四、焊接注意事项

1. 保持烙铁头的清洁

焊接时，烙铁头长期处于高温状态，又接触助焊剂等弱酸性物质，其表面很容易氧化腐蚀并沾上一层黑色杂质。这些杂质形成隔热层，妨碍了烙铁头与焊件之间的热传导。因此，要注意用一块湿布或湿的木质纤维海绵随时擦拭烙铁头。对于普通烙铁头，在腐蚀污染严重时可以使用锉刀修去表面氧化层。

2. 靠增加接触面积来加快传热

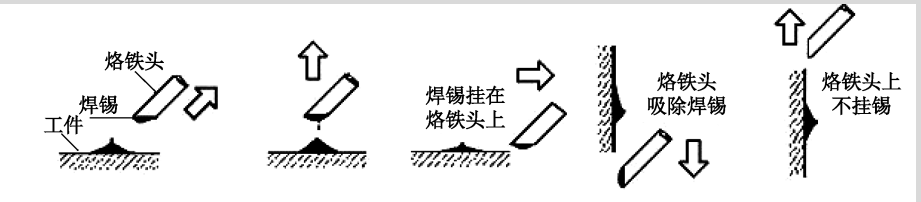
要根据焊件的形状选用不同的烙铁头，或者自己修整烙铁头，让烙铁头与焊件形成面的接触而不是点或线的接触。这样，就能大大提高传热效率。

3. 加热要靠焊锡桥

所谓焊锡桥，就是靠烙铁头上保留少量焊锡，作为加热时烙铁头与焊件之间传热的桥梁。但是作为焊锡桥的锡量不可保留过多，因为长时间存留在烙铁头上的焊料处于过热状态，实际已经降低了质量，还可能造成焊点之间误连短路。

4. 烙铁撤离有讲究

烙铁的撤离要及时，而且撤离时的角度和方向与焊点的形成有关。烙铁不同的撤离方向对焊点锡量的影响，如图 1-57 所示。



（a）沿烙铁轴向45°撤离　（b）向上方撤离（c）水平方向撤离　（d）垂直向下撤离　（e）垂直向上撤离

图 1-57　烙铁撤离方向和焊点锡量的关系

5. 在焊锡凝固之前不能动

切勿使焊件移动或受到振动，特别是用镊子夹住焊件时，一定要等焊锡凝固后再移走镊子，否则极易造成焊点结构疏松或虚焊。

6. 焊锡用量要适中

手工焊接常使用的管状焊锡丝，内部已经装有由松香和活化剂制成的助焊剂。焊锡丝的直径有 0.5、0.8、1.0、…、5.0mm 等多种规格，要根据焊点的大小选用。一般应使焊锡丝的直径略小于焊盘的直径。

7. 不要使用烙铁头作为运送焊锡的工具

烙铁头的温度一般都在 300℃以上，焊锡丝中的助焊剂在高温时容易分解失效，焊锡也处于过热的低质量状态。

学习活动三 任务实施

一、电烙铁检查

1. 检查你领到的电烙铁，将检查结果填入表 1-8 中。

表 1-8 电烙铁检查

电烙铁类型	测阻值	测绝缘	判断	原因分析

注意：若使用指针表，请注明挡位。

2. 根据安全操作规程，将焊接工具摆放在桌面上，做好焊接准备。

二、焊接

1. 焊点

在万用板上焊接 6×6 个焊点，如图 1-58 所示。

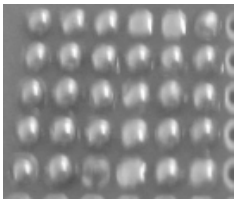


图 1-58 焊点

2. 焊线

水平方向焊 10 个焊点，并连接成一条直线，如图 1-59 所示。

图 1-59　焊线

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填入图 1-60 中。

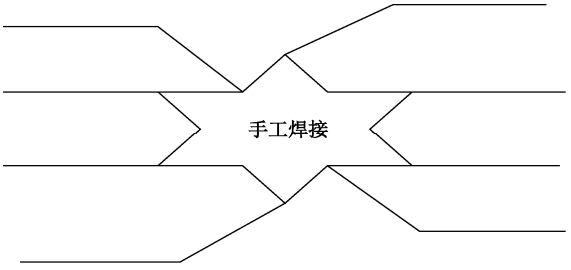


图 1-60　手工焊接知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1. 焊接完成后移走烙铁的最佳方向是：电烙铁以基于被焊体约（　　）移开。
   A．30 °　　B．45 °　　C．60 °　　D．90 °
2. 焊锡丝供应的时间：加热后_____秒。
   A．1～2　　B．10　　C．5

（二）判断题

1. 在焊接某焊件时，焊接时间为 1～2 秒。（　　）
2. 放上焊锡丝时，为迅速加热焊件，可以直接把焊锡丝加到烙铁头上。（　　）
3. 撤离电烙铁时应沿右上 45 °的方向，快速撤离。（　　）
4. 为保证焊接质量，注意要保持焊件各部分均匀受热。（　　）
5. 对于贴片之类的小型元器件，可以用电烙铁运送焊锡。（　　）
6. 对于小型器件，可以采用三步焊接法。（　　）

（三）填空题

1. 按发热形式，电烙铁一般分为_____和_____。
2. 焊接的最佳温度为_____℃，焊接时间应控制在_____秒。
3. 焊锡点应_____，_____，_____表面_____的现象。
4. 焊锡一般是用熔点约为_____的铅锡合金制成。

5．通常握持电烙铁的方法有_____、 _____ 和_____ 三种。功率较小的一般采用_____。

6．目前最常用的焊接工具是_____，除此之外还有热风焊枪等焊接工具。

三、综合评价

序　号	评 价 标 准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	会辨认焊接材料和工具，并对其安全检查和处理						
3	会对电烙铁进行安全检查和处理						
4	会进行元件造型、布局和安装						
5	能熟练使用电烙铁焊接电路						
6	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
7	工作过程中严格遵守安全操作规程，如电烙铁使用前先进行安全检查、严格按要求摆放烙铁架等						
8	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需取用焊锡丝、将实训工位打扫干净等						
9	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　评							

任务五　电源指示灯安装与调试

学习活动一　明确任务

LED 指示灯比传统的日光灯节省能源，寿命更长。LED 日光灯的耗电量是传统日光灯的 1/3 以下，寿命也是传统日光灯的 10 倍，更环保，无污染。传统的灯具中含有大量的水银蒸气，如果灯具破碎，水银蒸气则会挥发到大气中。但 LED 日光灯则根本不使用水银，且 LED 产品也不含铅，对环境起到保护作用。除此之外 LED 日光灯还有亮度高、寿命长、启动宽等优点，在生产生活中得到广泛应用，本任务就是以 LED 作为指示灯具，制作一个在生产生活中都常见的电源指示灯电路，通过本任务的学习你应该学会以下知识和技能。

（1）能识别二极管，并能根据它的型号区分二极管的材料和类型。

（2）能使用万用表判断二极管的引脚和质量。

（3）能使用万用表对本任务中所用到的所有电子元器件进行识别检测。

（4）能正确识读电路原理图，规范设计电路的布局走线。
（5）能按工艺要求完成电路的装接。
（6）能正确完成电路的通电测试。
（7）能按电工作业规程，在作业完毕后清理现场。

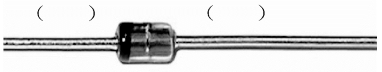
学习活动二　工作准备

一、查阅二极管的类型、材料等相关信息，完成下列问题

1．2CZ21E 型管是_____材料制成的，其用途为_____。
2．1N4005 型管的参数 I_{FM}=_____ A；U_{RM} =_____V。
3．标出下图中二极管的电极名称

（　）　（　）

（　）（　）


（　）　（　）

（　）（　）

4．下面哪一个不属于特殊二极管（　　）。
A．稳压二极管
B．发光二极管
C．光电二极管
D．整流二极管
5．发光二极管能将_____能转换成_____能。
6．稳压二极管由_____材料构成，可以起_____作用，通常_____连接在负载两端。
7．二极管符号为_____，表明二极管内部电流从_____极流向_____极。
8．观察实训工位上的二极管实物，根据二极管的型号，查阅资料得到管子的材料类型与功能，并完成表 1-9。
9．观察实训工位上的二极管实物，根据色环（或色点）标识，判断引脚极性，将该二极管对应粘贴在表 1-9 中。

表 1-9 二极管的识别

二极管编号	图形符号及文字符号	型　　号	材料类型	功　　能	粘　　贴
1					a 粘贴区 k
2					a 粘贴区 k
3					a 粘贴区 k
4					a 粘贴区 k
5					a 粘贴区 k
6					a 粘贴区 k

知识链接一

二极管类型

一、国产半导体器件的命名方法

二极管的型号命名通常根据国家标准 GB249—74 规定，由以下五部分组成。

第一部分：用数字表示器件电极的数目。例如，2-二极管、3-三极管。

第二部分：用汉语拼音字母表示器件材料和极性。例如，表示二极管时，A-N 型锗材料、B-P 型锗材料、C-N 型硅材料、D-P 型硅材料。表示三极管时，A-PNP 型锗材料、B-NPN 型锗材料、C-PNP 型硅材料、D-NPN 型硅材料。

第三部分：用汉语拼音字母表示器件的类型。例如，P-普通管、V-微波管、W-稳压管、C-参量管、Z-整流管、L-整流堆、K-开关管。

第四部分：用数字表示器件序号。

第五部分：用汉语拼音字母表示规格号。

二、日本半导体器件的命名

日本半导体的命名型号由以下五部分组成。

第一部分：用数字表示半导体器件有效数目和类型。 1 表示二极管，2 表示三极管。

第二部分：用 S 表示已在日本电子工业协会登记的半导体器件。

第三部分：用字母表示该器件使用材料、极性和类型。

第四部分：表示该器件在日本电子工业协会的登记号。

第五部分：表示同一型号的改进型产品。

例如，常用的 1N4000 系列为硅整流二极管，其耐压分别如下：

型号	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007
耐压（V）	50	100	200	400	600	800	1000
电流（A）	均为 1						

三、二极管的符号

二极管是一种只允许电流由单一方向流过具有两个电极的电子元件，在电路中的表示符号如图 1-61 所示。

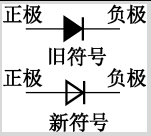
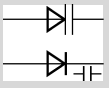
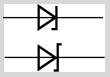
图 1-61　二极管电路符号

电流只能从正极流向负极，三角形表示电流方向。

二极管按材料分为硅二极管和锗二极管；按用途分为整流二极管、开关二极管、发光二极管等。按接触面积分为点接触型、面接触型和平面型二极管。

功能不同，电路符号也不同。常用二极管的电路符号如表 1-10 所示。

表 1-10　常用二极管电路符号

二极管	外形	电路符号	说明
普通二极管			通过箭头的方向表明正、负极
发光二极管			箭头表示能向外发光
光敏二极管			箭头表示光线能被二极管接收
变容二极管			
稳压二极管			

四、二极管正负引脚表示方法

（1）色环标注：观察二极管外壳，带有色带一端为负极，如图 1-62 所示。

图 1-62　二极管色环标注

（2）电路符号标注：通常在二极管的外壳上标有二极管的符号，带有三角形箭头的一端为正极，另一端是负极，如图 1-63 所示。

图 1-63　二极管电路符号标注

（3）色点标注：点接触二极管的外壳上，通常标有极性色点（白色或红色）。一般标有色点的一端即为正极，如图 1-64 所示。

图 1-64　二极管色点标注

（4）外形特征识别：发光二极管通常长引脚为正极，短引脚为负极。因发光二极管呈透明状，所以管壳内的电极清晰可见，内部电极较宽较大的一个为负极，而较窄且小的一个为正极，如图 1-65 所示。

图 1-65　二极管外形特征识别

二、阅读二极管检测方法，完成下列问题

1．当二极管正极接_____，负极接_____时，二极管导通；当二极管正极接_____，负极接_____时，二极管导通_____二极管截止。说明了二极管具有_____导电特性。

2．用万用表检测二极管的质量时，所选用的挡位是_____。

3．万用表_____表笔接表内电池正极。

4．二极管最基本的特性是_____，如图 1-66 所示，当开关 S 闭合后能够发光的灯泡是_____，电路中 VD_1 处于_____状态，VD_2 处于_____状态

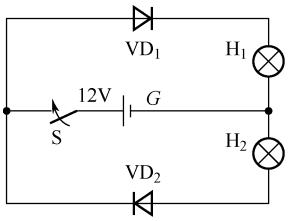


图 1-66　电路图

5．发光二极管正、负极的判断方法是_____ 。

6．二极管带有色环的一端为正极。（　　）

7．判断二极管极性时，指针偏转大的一次，红表笔所接端为正极。（　　）

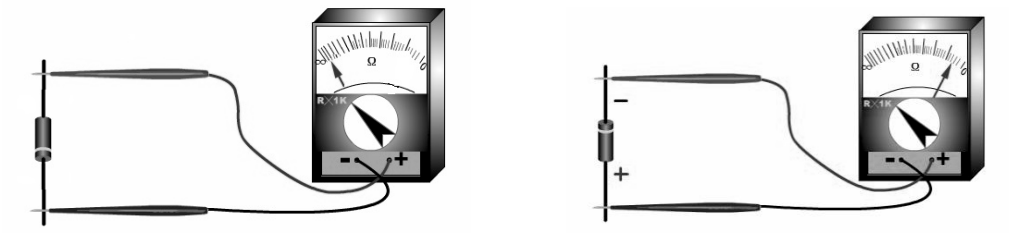
8．二极管具有单向导电作用，正向电阻大，反向电阻小。（　　）

9．用模拟式万用表欧姆挡测二极管的正、反向电阻时，若两次测得的阻值都较小，则表明二极管内部_____；若两次测得的阻值都较大，则表明二极管内部_____。两次测的阻值相差越大，则说明二极管的_____性能越好。

10．有一锗二极管正反向电阻均接近于零，表明该二极管已_____，又有一硅二极管正

反向电阻均接近于无穷大，表明该二极管已_____。

11．二极管的正反向电阻测试结果如图 1-67 所示，由图可知二极管正向电阻_____，反向电阻_____。



（a）　　（b）

图 1-67　二极管正反向电阻测试结果

12．用数字式万用表检测二极管时，应选用_____挡位。用指针式万用表检测二极管时，阻值较小的那一次，黑笔所接为二极管的_____极。

13．用指针式万用表检测标识不明的二极管，判断引脚极性，并填写表 1-11。

14．用数字式万用表检测标识不明的二极管，判断材料类型及引脚极性，并填写表 1-11。将检测后的二极管对应粘贴在表 1-11 中。

表 1-11　二极管的检测

二极管编号	用指针式万用表检测	用数字式万用表检测	材 料 类 型	粘　　贴
1	正向电阻： 反向电阻：	正向压降：		a 粘贴区 k
2	正向电阻： 反向电阻：	正向压降：		a 粘贴区 k
3	正向电阻： 反向电阻：	正向压降：		a 粘贴区 k

知识链接二

一、二极管的特性

二极管有导通和截止两种工作状态。而且导通和截止有一定的工作条件。如果给二极管的正极加上高于负极的电压（即正极接高电位，负极接低电位），称为二极管的正向偏置电压，当该电压达到一定数值（硅为 0.5V，锗为 0.1V）时二极管导通，导通后二极管相当于一个导体，电阻很小（硅管压降为 0.7V，锗管压降为 0.3V）。

如果给二极管正极加的电压低于负极加的电压（即正极接低电位，负极接高电位），称为二极管的反向偏置电压。给二极管加反向偏置电压后，二极管截止，二极管两引脚间电阻很大，相当于开路。

综上所述，给二极管加上一定正向电压二极管处于导通状态，给二极管加上反向电压时，二极管处于截止状态，此即为二极管的单向导电性。

二、二极管主要参数

1. 最大整流电流 I_F

最大整流电流 I_F 是二极管长期连续工作时，允许通过的最大整流电流的平均值。

2. 反向击穿电压 U_{BR}

二极管反向电流急剧增加时对应的反向电压值称为反向击穿电压 U_{BR}。

在正常工作条件下，要求二极管的工作电流不超过最大整流电流，反向电压不超过反向击穿电压。

三、二极管检测

（一）指针式万用表检测二极管

指针式万用表内的电池正极接万用表黑表笔，电池负极接万用表红表笔。

1. 极性的判别

将万用表置于 R×100 挡或 R×1k 挡，欧姆调零后，将两表笔分别接二极管的两个电极，测出一个结果，对调两表笔，再测出一个结果。两次测量的结果中，有一次测量出的阻值较大（为反向电阻），一次测量出的阻值较小（为正向电阻）。在阻值较小的一次测量中，黑表笔接的是二极管的正极，红表笔接的是二极管的负极。

2. 单向导电性能检测及好坏的判断

通常，锗材料二极管的正向电阻值为 1kΩ 左右，硅材料二极管的正向电阻值为 5kΩ 左右，反向电阻值为无穷大。正向电阻越小越好，反向电阻越大越好。正、反向电阻值相差越悬殊，说明二极管的单向导电特性越好。

若测得二极管的正、反向电阻值均接近 0 或阻值较小，则说明该二极管内部已击穿短路或漏电损坏。若测得二极管的正、反向电阻值均为无穷大，则说明该二极管已开路损坏。

（二）数字式万用表检测二极管

用数字式万用表测量二极管时，实测的是二极管的正向电压值，而指针式万用表则测的是二极管正反向电阻的值。

首先，万用表选择二极管挡，然后用表笔靠近两支电极测量，若有示数，则红表笔所测端为正，黑表笔端为负；若没有示数，反过来再测一次。如果两次测量都没有示数，表示此整流二极管已经损坏。

学习活动三 任务实施

一、元器件识别与检测

1. 元件清单

根据原理图（图 1-68），列举出元件清单，并完成表 1-12。

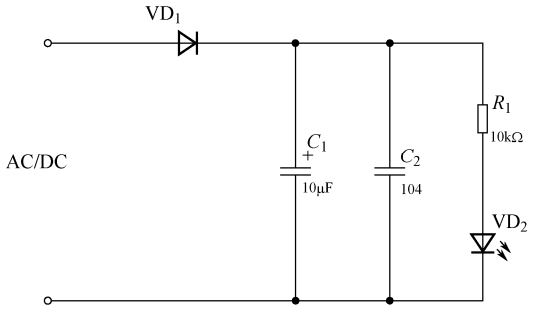


图 1-68　原理图

表 1-12　元件清单

序　　号	名称及型号	规　　格	单　　位	数　　量	备　　注

2．元件检测

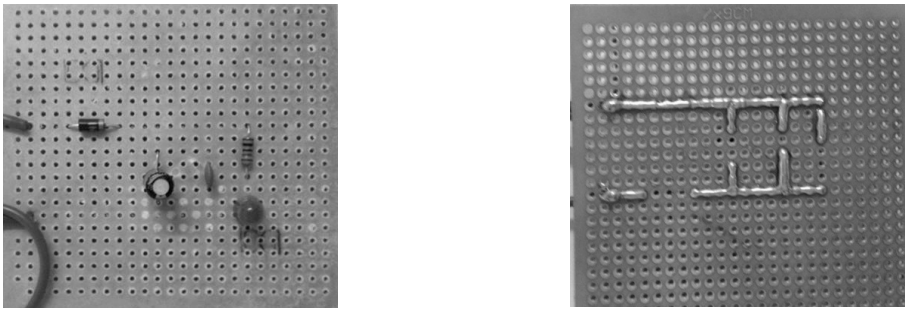
每个部分的元器件领取后先检测其质量好坏并做好记录，完成表 1-13。

表 1-13　元件检测

电阻器		色环颜色		元器件名称	检测内容
	R_1				
电容器		标称值		介质	质量判定
	C_1				
	C_2				
二极管		正向阻值	反向阻值	材料	质量判定
	VD_1				
	VD_2				

二、线路安装

按电路原理图设计好电路的布局走线，要求：布局合理、美观。根据安装规范及焊接工艺进行电路安装，线路安装电路板如图 1-69 所示。



(a)　　(b)

图 1-69　线路安装电路板

三、通电测试

电路检查好后方可进行通电测试。

学习活动四 总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填入图 1-70 中。

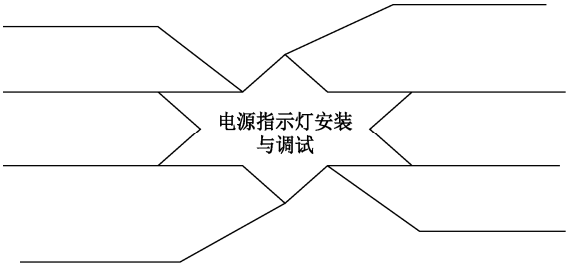


图 1-70 电源指示灯安装与调试知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1. 用万用表 R×1k 挡测二极管，若红笔接正极，黑笔接负极，读数为 50kΩ，表笔对换测得电阻为 1Ω，则该二极管（ ）。

A. 内部已断，不能使用　　B. 内部已短路，不能使用

C. 没有坏，但性能不好　　D. 性能良好

2. 硅二极管正偏时，正偏电压 0.7V 和正偏电压 0.5V 时，二极管呈现的电阻值（ ）。

A. 相同　　B. 不相同　　C. 无法判断

3. 二极管反偏时，以下说法正确的是（ ）。

A. 在达到反向击穿电压之前通过电流很小，称为反向饱和电流

B. 在达到死区电压之前，反向电流很小

C. 二极管反偏一定截止，电流很小，与外加反偏电压大小无关

4. 二极管的反向电阻（ ）。

A. 小　　B. 大　　C. 中等　　D. 为零

5. 用万用表 R×1k 电阻挡测某一个二极管时，发现其正、反电阻均接近于 1000kΩ，这说明该二极管（ ）。

A. 短路　　B. 完好　　C. 开路　　D. 无法判断

（二）判断题

1. 当二极管两端正向偏置电压大于死区电压，二极管才能导通。（ ）

2. 半导体二极管反向击穿后立即烧毁。（ ）

3．二极管的正向导通电压随温度升高而增大。（　　）

4．用万用表欧姆挡粗测 2AP9 时用 R×10 挡。（　　）

5．LED 光源比传统日光灯更耗电。（　　）

（三）填空题

1．PN 结具有_____性，_____偏置时导通，_____偏置时截止。

2．光电二极管在电路中要_____连接才能正常工作。

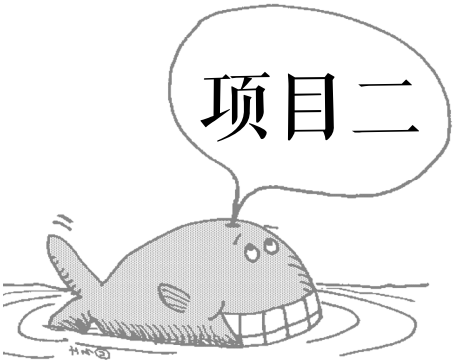
3．半导体二极管 2AP7 是 _____半导体材料制成的，2CZ56 是 _____半导体材料制成的。

4．稳压二极管主要工作在____区。在稳压时一定要在电路中加入_____限流。

5．发光二极管（LED）的正向导通电压比普通二极管高，通常达____V，其反向击穿电压较低，为_____V，正常工作电流为_____mA。

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能识别二极管，并能根据它的型号区分二极管的材料和类型						
3	能使用万用表判断二极管的引脚和质量						
4	能使用万用表对本任务中所用到的所有电子元器件进行识别检测						
5	能正确识读电路原理图，规范设计电路的布局走线						
6	能按工艺要求完成电路的装接						
7	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
8	工作过程中严格遵守安全操作规程						
9	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用实用耗材、将实训工位打扫干净等						
10	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							



直流稳压电源安装与调试

学习活动一　明确任务

在日常生活中，人们经常使用的随后听、手机充电器等电子产品都带有一个专用电池充电器，但专用电池充电器往往输出接口单一，通用性能差，而且需要随身携带才能解决手机缺点所带来的问题。本任务要求同学们在 5 天时间内制作一个外观新颖、价格便宜、输出为 12V、-12V 和 5V 三种直流电压，有 USB 接口输出，能直接给锂电池充电的万能充电器。通过本项目的学习应该学会以下知识和技能。

（1）能叙述整流电路、滤波电路中各个元器件的作用，并阐述电路的工作过程。

（2）认识实训用电路原理图，并区分各个部分的功能，以及列举出所需工具和材料清单。

（3）能正确描述三端稳压器等元器件的基本性质和主要功能。

（4）能正确对电容器、二极管、三端稳压器等电子元器件进行识别检测。

（5）能正确识读电路原理图，设计电路的布局走线，并按照工艺要求完成电路的装接。

（6）能正确完成电路的通电测试。

（7）能按电工作业规程，在作业完毕后清理现场。

学习活动二　工作准备

一、查阅整流电路相关知识完成下列问题

1．根据图 2-1 中电流波形变化情况，在方框中写出能实现该波形转换的电路名称。

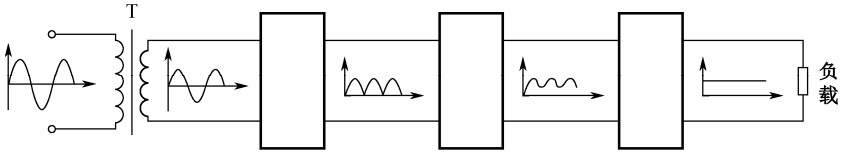
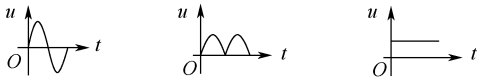


图 2-1　电流变换电路框图

2．写出图 2-2 中各个波形所表示的电压类型。



（a）　　（b）　　（c）

图 2-2　电压波形

（a）_____　　（b）_____　　（c）_____

3．仔细观察图 2-3 所示的桥式整流电路，写出二极管的连接特点。

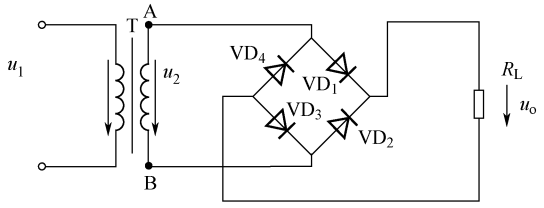


图 2-3　桥式整流电路原理图

（1）对臂上的二极管 VD_1 和 VD_3，VD_2 和 VD_4_____。

（2）邻臂上的二极管 VD_1 和 VD_2，VD_2 和 VD_3_____。

4．在单相桥式整流电路中，如有一臂断路，请画出负载电阻上的电压波形，如有一臂短路，情况又将怎样？

5．单相桥式整流电路在输入交流电压的每个半周内都有两只二极管导通。　　（　　）

6．单相桥式整流电路输出的直流电压平均值是半波整流电路输出的直流电压平均值的 2 倍。　　（　　）

7．在单相桥式整流电容滤波电路中，若变压器的次级电压的有效值 U_2=20V。则输出电压 U_0 为（　　）。

A．12V　　B．20V　　C．24V　　D．22V

8．交流电通过桥式整流后所得到的输出电压是（　　）。

A.　　B.　　C.　　D.

知识链接一

整流电路

电子设备一般都需要直流电源供电。这些直流电除了少数直接利用干电池和直流发电机外，大多数是采用把交流电（市电）转变为直流电的直流稳压电源。直流稳压电源由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路四部分组成，其原理框图如图 2-4 所示。

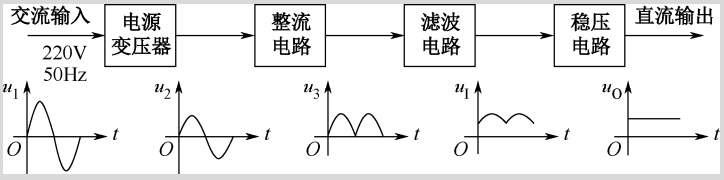
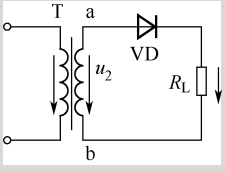
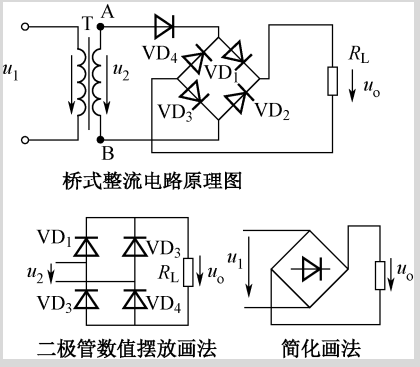
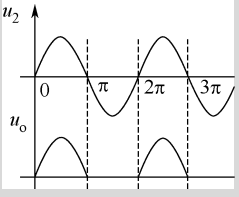
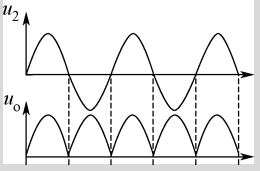


图 2-4　直流稳压电源原理框图

一、整流电路

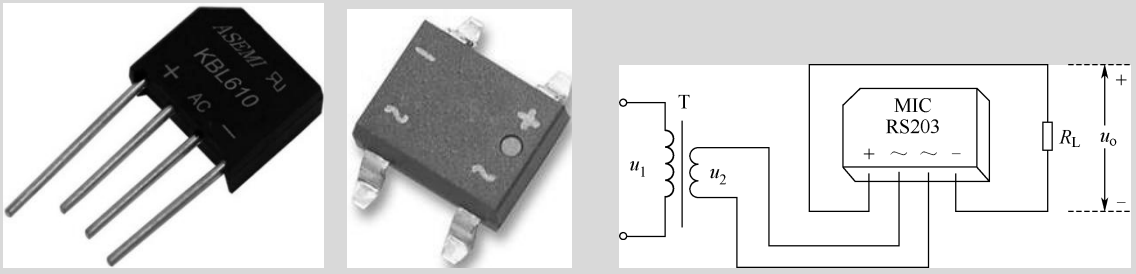
整流电路是利用二极管的单向导电作用，将双向的交流电变换成方向不变、大小随时间变化的单向脉动直流电，常用的有半波整流和桥式整流电路，如表 2-1 所示。

表 2-1　整流电路

	半波整流电路	桥式整流电路
电路结构		
输入输出波形		
工作过程	当变压器次级电压 U_2 为正半周时，a 端电位高于 b 端电位，二极管导通，负载 R_L 上有从上到下的电流通过；而当 U_L 电压为负半周时，a 端电位低于 b 端电路，二极管截止，R_L 中就没有电流通过，所以只有在交流电的正半周，负载 R_L 上才有从上到下的单向电流通过	在交流电正半周时，A 点的电位高于 B 点的电位，二极管 VD_1、VD_3 导通，二极管 VD_2、VD_4 截止，电流流向为 A→VD_1→R_L→VD_3。 在交流电负半周时，B 点的电位高于 A 点的电位，二极管 VD_2、VD_4 导通，VD_1、VD_3 截止，电流流向 B→VD_2。 可见在交流电的正、负半周负载 R_L 上都有从上而下的单方向直流电通过
输出电压、电流	U_o=0.45U_2 I_o=U_o/R_L=0.45U_2/R_L	U_o=0.9U_2 I_o=U_o/R_L=0.9U_2/R_L

二、整流桥堆

由于桥式整流电路使用广泛，为了方便，出现了将 4 只二极管集成在一起构成的整流桥堆，其外形及使用连接电路如图 2-5 所示。



（a）实物图　　（b）使用接线图

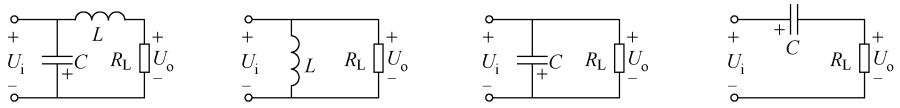
图 2-5　整流桥堆

大多数的整流桥堆上，均标注有“+”“-”“～”符号（其中“+”为整流后输出电压的正极，“-”为输出电压的负极，“～”为交流电压输入端。可通过分别测量“+”极与两个“～”极、“-”极与两个“～”之间各整流二极管的正、反向电阻值（与普通二极管的测量方法相同）是否正常，即可判断该整流桥是否已损坏。若测得整流桥内某只二极管的正、反向电阻值均为 0 或均为无穷大，则可判断该二极管已击穿或开路损坏。

应用整流桥到电路中，主要考虑它的最大工作电流和最大反向电压。一般整流桥命名中有 3 个数字，第一个数字代表额定电流，A 后两个数字代表额电压（数字*100）V。例如，KBL410，即 4A，1000V；RS507，即 5A，1000V。（1234567 分别代表电压挡的 50V、100V、200V、400V、600V、800V、1000V）

二、查阅滤波电路相关知识完成下列问题

1．在下列滤波电路中，方法正确的是（　　）。



2．关于滤波器，叙述正确的是（　　）。

A．电容滤波器电路的电容量越大，负载越重，输出直流越平滑。

B．电容量越小，负载越重，输出电压越接近脉动电压峰值。

C．电感滤波器是利用电感具有反抗电流变化的作用，使负载电流的脉动程度减小，从而使输出电压平滑。

D．电感量越大，产生的自感电动势越大，滤波效果越差。

3．电感滤波器一般常用于负载电流较小的场合。　　（　　）

4．电容滤波器实质上是在整流电路中负载电阻旁串联的一个电容器，常选用于负载电流较小的场合。　　（　　）

5．已知变压器二次电压 $u_2 = 28.28\sin \omega t$ V，则桥式整流电容滤波电路接上负载时的输出电

压平均值约为（　　）。

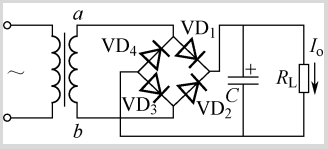
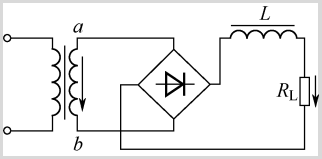
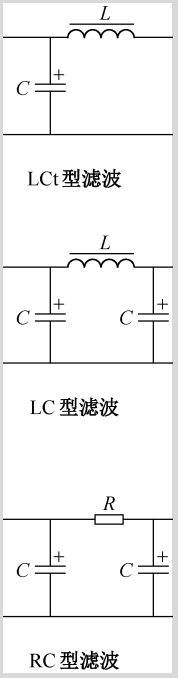
A．28.28V　　B．20V　　C．24V　　D．18V

知识链接二

滤波电路

滤波电路包括电容滤波电路、电感滤波电路和复式滤波电路，如表 2-2 所示。

表 2-2　滤波电路

	电容滤波电路	电感滤波电路	复式滤波电路
滤波元件	电容 C	电感 L	电容和电感
电路结构			
输出电压	U_o=1.2U_2	U_o=0.9U_2	
应用特点	U_o 的脉动大为减小，其平均值 U_o 增大。但无法向负载提供较大的电流，带负载能力差，只适合负载较轻（负载电阻大），且变化不大的场合	可提供较大的负载电流，适用于负载较重的场合，但电感铁芯笨重，体积大，易引起电磁干扰，实际电路中采用较少。若需要提高电路带负载的能力，则需要大幅提高滤波电容的容量	

滤波电路的作用是利用电容元件的充放电原理或电感元件的电磁感应特性，将电容元件与负载并联，或者将电感元件与负载串联，滤掉整流输出电压中的交流成分，保留其直流成分，达到输出电压平滑的目的。

三、查阅稳压电路相关知识完成下列问题

1．固定输出三端集成稳压器常用的是_____和_____两个系列。78××系列三端集成稳压器输出的是_____电压，而 79××系列三端集成稳压器输出的是_____电压。

2．可调输出三端集成稳压器常用 317 系列代表输出电压为_____电压，337 系列代表输出电压为_____电压。电压可调范围为_____，最大输出电流为_____。

3．请在图 2-6 中写出三端集成稳压器的引脚名称。

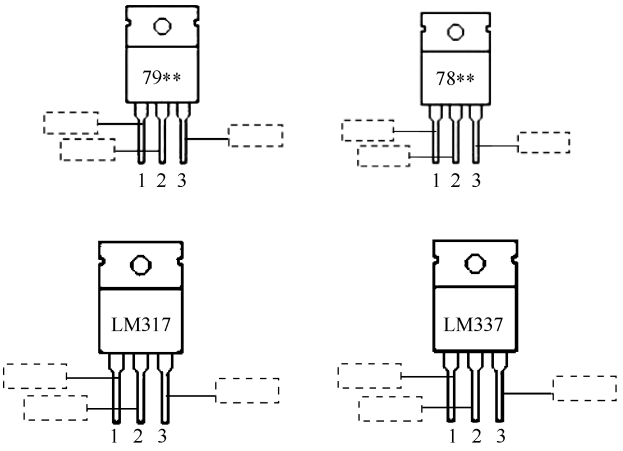
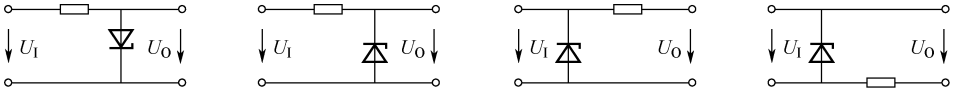


图 2-6　三端稳压器的引脚排列

4. 下图所示的电路中，正确的是（　　）



A.　　B.　　C.　　D.

5. 直流稳压电源若要获得+12V 的电压，应采用下列（　　）集成稳压电路。

A. CW7815　　B. CW7915　　C. CW7812　　D. CW7912

知识链接三

稳压电路

整流滤波后输出的直流电压，还会随交流电网电压的波动或负载的变动而变化。在对直流供电要求较高的场合，还需要使用稳压电路，以保证输出直流电压更加稳定。稳压电路种类较多，常用的稳压电路有硅稳压二极管稳压电路、串联型稳压电路、集成稳压电路等。

一、分立元件稳压电路

图 2-7 所示为硅稳压二极管稳压电路，由于稳压二极管 VD_Z 与负载 R_L 并联，因此称为并联型稳压电路。

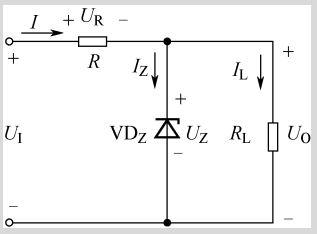


图 2-7　硅稳压管稳压电路

图 2-8 所示为串联型稳压电源的电路图，串联型稳压电源主要由基准电压、取样电路、比较放大、调整管四部分组成，其中①R_P、R_3、R_4 构成取样电路。②R_2、U_Z 组成基准电路。③VT_2 是比较放大管。④ VT_1 为调整元件，也称调整管，图 2-9 所示为部分组成框图。

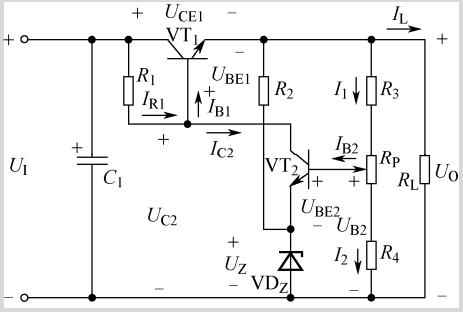


图 2-8　串联型稳压电源

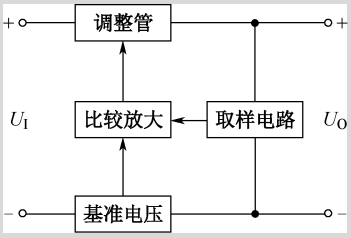


图 2-9　串联型稳压电源的组成框图

二、集成稳压器

随着电子电路集成化的发展和功率集成技术的提高，出现了各种各样的集成稳压器。集成稳压器是指将调整管、取样放大、基准电压、启动和保护电路等全部集成在一块半导体芯片上而形成的一种稳压集成块。它具有体积小、可靠性高、使用简单等特点，集成稳压电路种类很多，按引出端的数目可分为三端集成稳压器和多端集成稳压器。三端稳压器可分为固定式和可调式两类，由于使用简单，外接元件少，性能稳定，因此广泛应用于各种电子设备中。

三端固定式集成稳压器是目前应用最普遍的中小功率稳压器，其外形及引脚排列如图 2-10 所示。由于它只有输入、输出和公共端 3 个端子，因此称为三端稳压器。

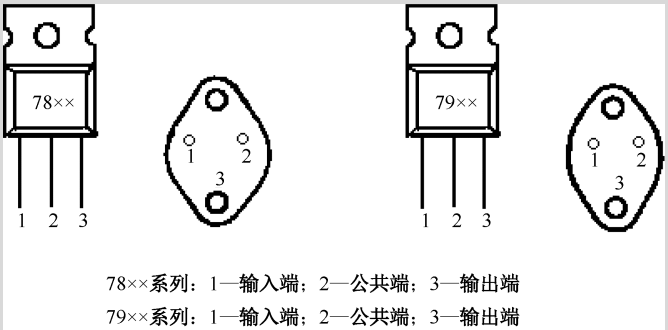


图 2-10　固定式集成稳压器的引脚排列

国产的三端固定集成稳压器有 CW78××正电压系列和 CW79××负电压系列，其输出电压有 ±5V、±6V、±9V、±12V、±18V、±24V 等，其最大输出电流为 0.1A、0.5A、1A、1.5A、2.0A 等。命名方式如图 2-11 所示。

三端可调式稳压器除了具备三端固定式稳压器的优点外，还可用少量的外接元件，实现大

范围的输出电压连续调节（调节范围为 1.2～37V），应用更为方便。三端可调稳压器的外形及引脚排列如图 2-12 所示。图 2-13 所示为它的命名方法。

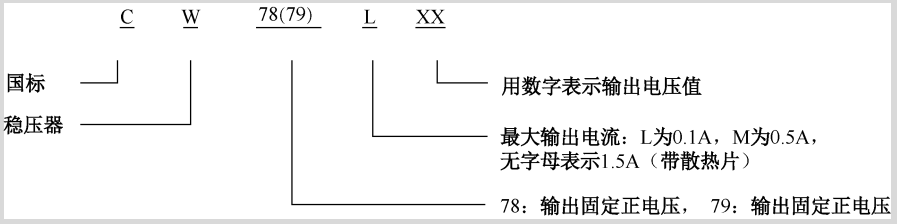


图 2-11　三端固定集成稳压器的命名方法

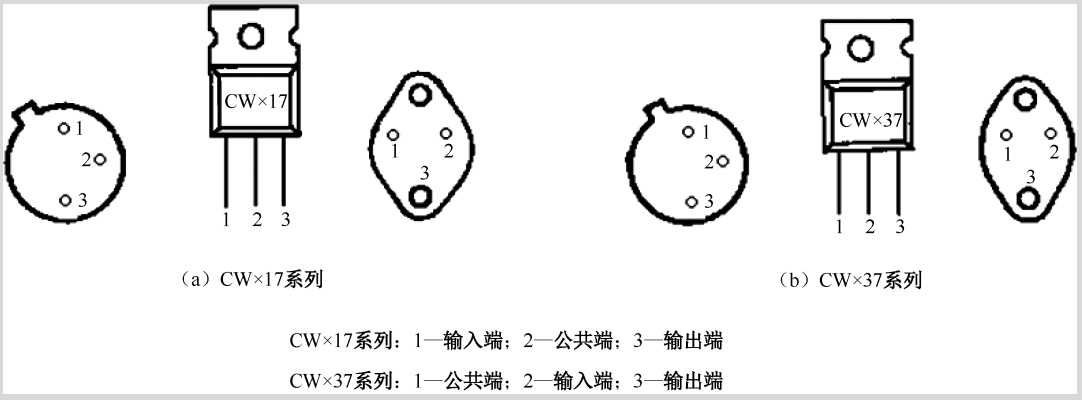


图 2-12　可调式三端集成稳压器的引脚排列

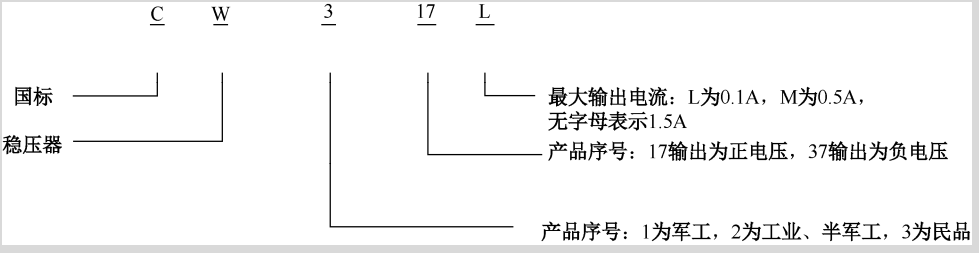


图 2-13　可调式三端集成稳压器的命名

三、集成稳压器应用电路举例

图 2-14 所示为用 CW7812 组成的输出 12V 固定电压的稳压电路。图中 C_i 用于减小纹波及抵消输入端接线较长时的电感效应，防止自激振荡，并抑制高频干扰，取值范围一般为 0.1～1μF。C_o 用于改善负载的瞬态响应减小脉动电压并抑制高频干扰，可取值为 1μF。电子电路中使用时要防止公共端开路，同时 C_i 和 C_o 应紧靠集成稳压器安装。

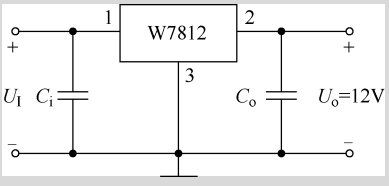


图 2-14　稳压电路

图 2-15 所示为由 CW7815 和 CW7915 系列集成稳压器及共用的整流滤波电路组成，该电路具有共同的公共端，可以同时输出正、负两种电压。

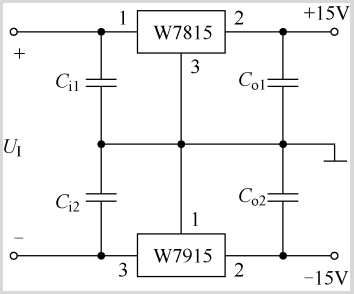


图 2-15　整流滤波电路

学习活动三　任务实施

一 、识读原理图

直流稳压电源电路主要由变压、整流、滤波、稳压四部分组成。请在图 2-16 中填写相应的组成部分。

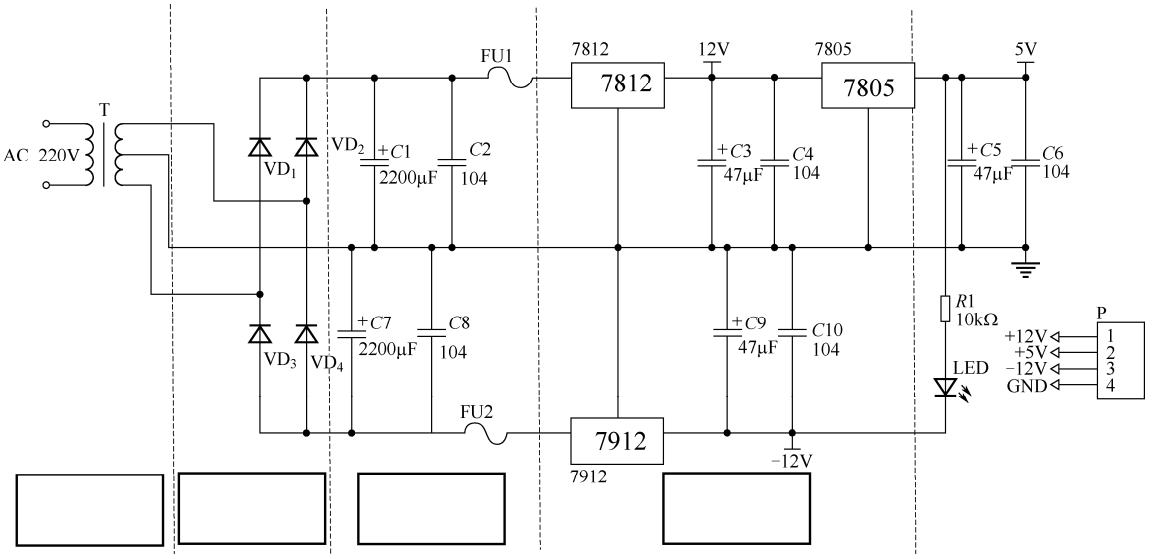


图 2-16　任务图纸

二、元器件识别与检测

1．元件清单

根据原理图，列举出元件清单，填入表 2-3 中。

2．元件检测

每个部分的元器件领取后先检测其质量好坏，并将检测记录填入表 2-4 中。

表 2-3　元件清单

序　　号	名称及型号	规　　格	单　　位	数　　量	备　　注

表 2-4　元件检测

元器件名称	检 测 内 容				
电阻器		色环颜色		测量挡位	测量值
	R_1				
电容器		标称值		介质	质量判定
	C_3				
	C_{10}				
二极管		正向阻值	反向阻值	材料	质量判定
	VD_1				
	VD_4				

三、线路安装

按电路原理图设计好电路的布局走线，根据安装规范及焊接工艺进行电路安装。为保证线路安装的成功率，本次项目将分成 6 个步骤完成。每焊完一部分的电路，交由教师检查合格后再领取下一部分的元件。

1．整流、滤波电路安装

（1）领取该部分元件，并检查该部分元件（二极管、电容器）的质量好坏。

（2）元件布局，确定焊接位置（在万用板的左面留出两个大格的空间，以便于最后安装变压器）。

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

2．保险管的安装

（1）由于保险管座引脚太粗，因此需要用斜口钳剪细之后才能安装进去。

（2）元件布局，确定焊接位置（为了节省空间，保险管可以垂直焊接）。

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

3．三端集成稳压器 7812 稳压电路

（1）确定 7812 稳压器的引脚排列，检测电容质量好坏。

（2）元件布局，确定焊接位置。

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

4．7805、7905 三端集成稳压电路

（1）确定 7805、7905 稳压器的引脚排列，检测电容质量好坏（注意 7905 的引脚与 7805 引脚的区别）。

（2）元件布局，确定焊接位置。

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

稳压器输出端与接线端子的连接电路如图 2-17 所示。

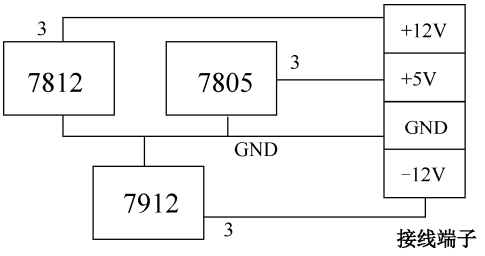


图 2-17　稳压器输出端与接线端子的连接线路

5．负载电路及端子电路

（1）检测发光二极管的质量好坏，判断二极管质量。

（2）元件布局，确定焊接位置。

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

6．安装变压器及电源线

（1）检测变压器及电源线质量。

（2）安装变压器，将变压器固定牢固。初级线圈端接电源线并用绝缘胶带将接线处缠好，注意避免短路。

（3）焊接次级线圈引线，焊接时注意焊接工艺。

四、通电测试

电路检查好后方可通电进行测试。

（1）用万用表分别测试图 2-18 中 A、B、C、D 的电压，并做好记录。

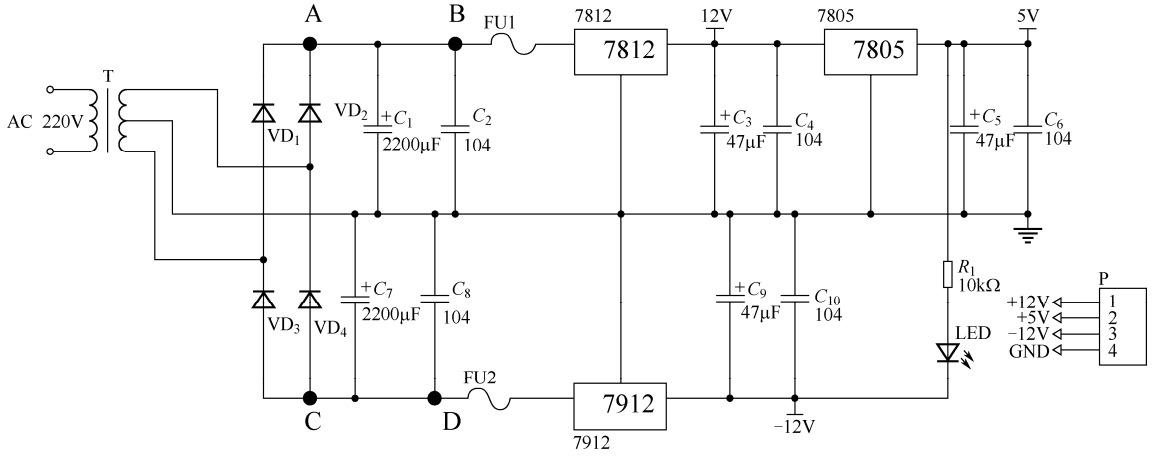


图 2-18　通电测试点

（2）用万用表分别测量接线端子 4 脚与 1、2、3 脚之间的电压。

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填在图 2-19 的横线上。

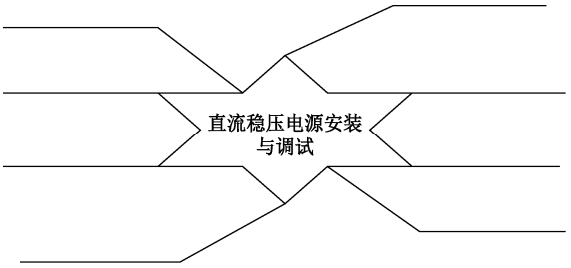


图 2-19　直流稳压电源安装与调试知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1. 整流的目的是（　　）。

A. 将正弦波变方波　　B. 将交流变直流

C. 将高频信号变成低频信号

2. 整流电路主要是利用整流元件的（　　）工作的。

A. 非线性　　B. 单向导电性　　C. 稳压特性　　D. 放大性能

3. 某二极管的击穿电压为 300V，当直接对有效值为 200V 的正弦交流电进行半波整流时，该二极管（　　）。

A. 会击穿　　B. 不会击穿　　C. 不一定会击穿　　D. 完全截止

4. 下列电路中变压器二次电压均相同，负载电阻及滤波电容均相等，二极管承受反向电压最低的是（　　），负载电流最小的是（　　）。

A. 半波整流电容滤波电路　　B. 全波整流电容滤波电路

C. 桥式整流电容滤波电路

5. 在桥式整流电路中，若其中一个二极管开路，则输出（　　）。

A. 只有半周波形　B. 为全波波形　　C. 无波形且变压器或整流管可能烧坏

6. 在桥式整流电路中，若其中一个二极管正负极接反了，则输出（　　）。

A. 只有半周波形　B. 为全波波形　　C. 无波形且变压器或整流管可能烧坏

7. 在单相桥式整流电路中，若要使输出电压为 60V，则变压器的次级电压应为（　　）

A. 50V　　B. 60V　　C. 72V　　D. 27V

8. 若桥式整流由两个二极管组成，变压器的副边电压为 U_2，承受最高反向电压为（　　）。

A. $22U_2$　　B. U_2　　C. $2U_2$

9. 单相半波整流电路中，负载为 500Ω 电阻，变压器的副边电压为 12V，则负载上电压平均值和二极管所承受的最高反向电压为（　　）。

A. 5.4V、17V　　B. 5.4V、12V　　C. 9V、12V　　D. 9V、17V

10．三端固定集成稳压器有输出正电压的 78 系列和输出去负电压的 79 系列（　　）。

A．6.3V　　B．0.7V　　C．7V　　D．14V

11．三端稳压电源输出负电压并可调的是（　　）。

A．CW79XX 系列　　B．CW337 系列

C．CW317 系列

（二）判断题

1．用数字式万用表识别晶体二极管的极性时，若测的是晶体管的正向电阻，那么与标有“+”号的表笔相连接的是二极管正极，另一端是负极。（　　）

2．整流输出电压加电容滤波后，电压波动性减小，故输出电压也下降。（　　）

3．电容滤波主要用于负载电流小的场合，电感滤波则主要用于负载电流大的场合。（　　）

4．变压器二次侧电压有效值为 U_2，则桥式整流电路中二极管承受的最高反向电压为 $2U_2$。（　　）

5．变压器二次侧电压有效值为 U_2，在桥式整流电路中输出直流电压有效值为 U_0=0.45U_2。（　　）

6．三端固定输出集成稳压器 CW79XX 系列的 1 脚为输入端，2 脚为输出端。（　　）

（三）填空题

1．CW317 表示国产民用输出_____电压，电流大小为_____ A 的三端可调稳压器。

2．单相桥式整流电路二极管两端承受的最大反向电压_____。

3．稳压电路的作用就是_____和_____变化时，保持输出电压基本不变。

4. CW317 三端可调集成稳压器, 能够在_____至_____ 输出电压范围内提供_____A 的最大输出电流。

5. 集成稳压器 W7812 输出的是_____, 其值为 12V。W7912 输出的是_____, 其值为 12V。

6．单相桥式整流电路（无滤波电路）输出电压的平均值为 27V，则变压器副边的电压有效值为_____。

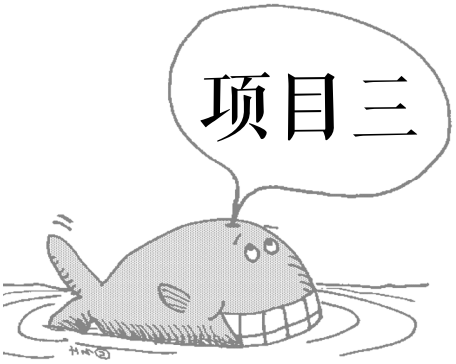
7．将交流电变为直流电的电路称为_____ 。

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能叙述整流电路、滤波电路中各个元器件的作用，并阐述电路的工作过程						
3	能正确描述三端稳压器等元器件的主要功能						
4	认识实训用电路原理图，区分各个部分的功能，并列举出所需工具和材料清单						
5	能正确对电容器、二极管、三端稳压器等电子元器件进行识别检测						

续表

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
6	按照工艺要求完成电路的装接						
7	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
8	工作过程中严格遵守安全操作规程，如电烙铁先进行安全检查、通电前先用仪表检测电路通断等						
9	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用焊锡丝、将实训工位打扫干净等						
10	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							



助听器安装与调试

学习活动一　明确任务

助听器是一个能够将声音放大，用于补偿人耳听力损失的小型扩音器。它主要是由传声器（麦克风）、电路放大器、受话器（耳机）三部分构成的，此外还有音调调节、音量调节、自动增益控制、磁电感应线圈及电源等附属装置与构件，实训室利用三极管构成的两级放大电路来实现助听器的核心作用——放大，要求同学们在两周时间内完成其安装和调试，同时学会以下知识和技能。

（1）能够叙述助听器的功能。

（2）能够分析助听器电路的组成和工作原理。

（3）会正确使用万用表辨别三极管的引脚及质量好坏。

（4）能够按照助听器参数要求及工艺要求制作助听器电路。

（5）能够独立完成该产品的标注、说明、美化工作。

（6）能按照实训要求，整理工具、打扫现场。

学习活动二　工作准备

一、查阅三极管结构和符号相关知识完成下列问题

1．三极管的三极分别为_____极、_____极和_____极，在三极管内部有_____个PN结，在集电极上的称为集电结，在发射极上的被称为_____。

2．三极管按照内部结构分可分为_____和_____两种类型。图形符号分别为_____和_____。

3．因为三极管的内部包含两个 PN 结，二极管的内部包含一个 PN 结，所以一个三极管可以由两个二极管来代替。（　　）

4．虽然三极管的类型不同，但所有三极管的引脚排列顺序是一致的。（　　）

5．晶体三极管的 C、E 可以交换使用。（　　）

6．三极管按结构分为硅型和锗型三极管。（　　）

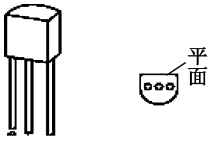
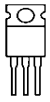
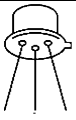
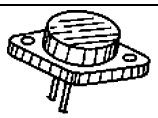
7．NPN 型和 PNP 型晶体管的区别是（　　）。

A．由两种不同的材料硅和锗制成的　　B．掺入的杂质元素不同

C．P 区和 N 区的位置不同　　D．引脚排列方式不同

8．查阅资料，完成表 3-1。

表 3-1　三极管的结构及常见型号

封 装 方 式	外　　形	引脚排列说明	常 见 型 号
塑料封装			
			
金属封装			
			

知识链接一

三极管结构和符号

三极管的核心是两个互相联系的 PN 结，它是根据不同的掺杂工艺在一个硅片上制造出 3 个掺杂区域而形成的。按两个 PN 结组合方式不同，三极管可分为 PNP 型和 NPN 型两类。图 3-1 所示为 PNP 型和 NPN 型三极管的结构和符号。

两种类型的三极管的符号用发射极箭头方向的不同来区别，实际上发射极箭头方向就是发射极正向电流的方向。

在 3 个掺杂区域中，位于中间的区域称为基区，引出基极 b，两边的区域称为发射区和集电区，分别引出发射极 e 和集电极 c；基区和发射区的 PN 结称为发射结，基区和集电区的 PN 结称为集电结。

三极管的 3 个掺杂区域的特点如下。

（1）发射区掺杂浓度大，增强载流子发射能力。

（2）基区很薄，有利于发射区的载流子顺利越过基区到达集电区。

（3）集电区较大，有利于收集载流子。

由于三极管内部结构特点，任意两个 PN 结或二极管不能构成一个三极管，同时三极管的 c 极和 e 极不能对调使用。

三极管引脚识读如表 3-2 所示。

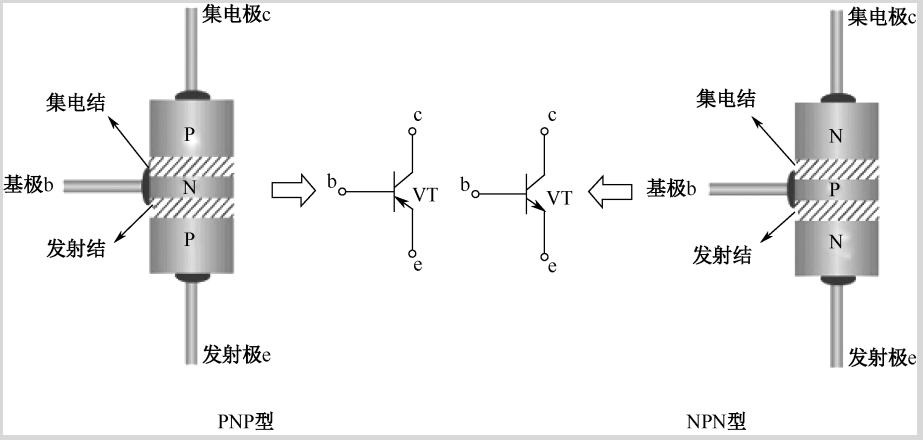
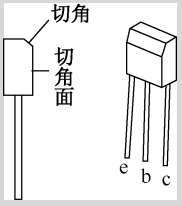
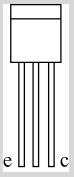
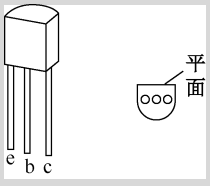
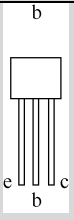
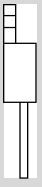
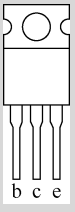
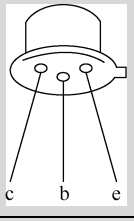
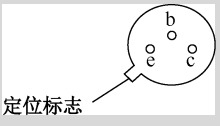
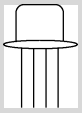
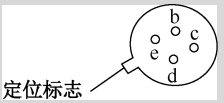
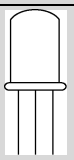
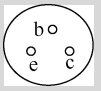
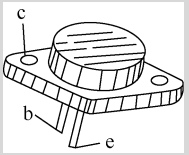
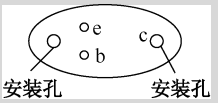


图 3-1　PNP 型和 NPN 型三极管的结构和符号

表 3-2　三极管引脚识读

封 装 形 式	外　　形	引脚排列位置	分布特说明
装料封装			面对切角面，引脚向下，从左至右依次为发射极 e、基极 b、集电极 c
			平面朝向自己，引脚向下，从左至右依次为发射极 e、基极 b、集电极 c
			面对管子正面（型号打印面），散热片为管子的背面，引脚向下，从左至右依次为基极 b、集电极 c、发射极 e
金属封装			面对管底，由定位标志起，按顺时针方向，引脚依次为发射极 e、基极 b、集电极 c

续表

封 装 形 式	外　　形	引脚排列位置	分布特说明
金属封装			面对管底，由定位标志起，按顺时针方向，引脚依次为发射极 e、基极 b、集电极 c、接地线 d（d 与金属外壳相连，在电路中接地，起屏蔽作用）
			面对管底，使带引脚的半圆位于上方，从左至右，按顺时针方向，引脚依次为发射极 e、基极 b、集电极 c
			面对管底，使引脚均位于左侧，下面的引脚为基极 b、上面的引脚为发射极 e、管壳为集电极 c（管壳上两个安装孔用来固定三极管）

二、查阅三极管的电流分配及放大关系，完成下列问题

1．对于 NPN 型三极管，三个极的电流方向分别是：I_C 为流入三极管，I_B 为流入三极管，I_E 为_____三极管；对于 PNP 型三极管，I_C 为_____三极管，I_B 为_____三极管，I_E 为_____三极管。

2．三极管 3 个引脚的电流关系为：_____。

3．三极管具有_____作用，三极管的集电极电流 I_C 与基极电流 I_B 之间有一个固定的倍率关系：_____。

4．β 体现了三极管_____极电流对_____极电流的控制作用。

5．工作在放大区的某三极管，如果当基极电流从 12μA 增大到 22μA 时，集电极电流从 1mA 变为 2mA，那么它的 β 约为（　　）。

A．83　　B．91　　C．100

知识链接二

三极管的电流分配和放大关系

一、三极管的放大作用

只要给电路中的三极管外加合适的电源电压，就会产生电流 I_B、I_C 和 I_E，这时很小的 I_B 就可以控制比它大上百倍的 I_C，这样用很小的电流 I_B 控制比它大很多倍的 I_C 电流的作用称为三极管的放大作用，其电流控制示意图如图 3-2 所示。把 I_C 与 I_B 的比值称为三极管的放大倍数 β，即 $\beta=I_C/I_B$。

显然 I_C 不是由三极管产生的，而是由电源电压在 I_B 的控制下提供的，这就是三极管的能量转换作用。因此三极管电流放大作用的实质为小电流控制大电流，即“以小控大”。β 体现了三极管基极电流对集电极电流的控制作用。

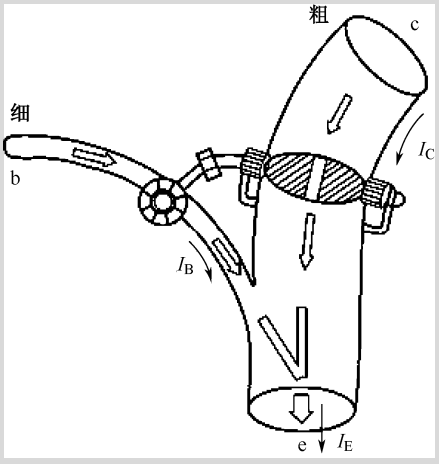


图 3-2　三极管电流控制示意图

二、三极管的电流分配

三极管的电流流向如图 3-3 所示。对于 NPN 型三极管电流方向两进一出，I_B 和 I_C 电流方向是流入三极管，I_E 为流出三极管；对于 PNP 型三极管电流方向是两出一进，I_B 和 I_C 电流方向为流出三极管，I_E 为流入三极管。

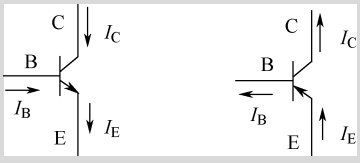


图 3-3　三极管电流流向

根据基尔霍夫第一定律：流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和，无论是 NPN 型还是 PNP 型三极管，3 个电极之间的电流关系都为：

$$I_E = I_B + I_C$$

即发射极电流等于基极电流和集电极电流之和。

三、查阅三极管的放大外部条件，完成下列问题

1．三极管工作的 3 个区域：_____、_____、_____。

2．三极管放大的外部条件为：_____。

3．放大条件下 NPN 型三极管 3 个电极的电位关系：_____，NPN 型三极管 3 个电极的电位关系：_____。

4．三极管电流放大作用是指三极管的_____电流约是_____电流的 β 倍，即利用_____电流来控制_____电流。

5．三极管工作在放大状态，要求（　　）。

A．发射结正偏，集电结正偏

B．发射结正偏，集电结反偏

C．发射结反偏，集电结正偏

D．发射结反偏，集电结反偏

6．工作于放大状态的 PNP 管，各电极必须满足（　　）。

A．$U_C>U_B>U_E$

B．$U_C<U_B<U_E$

C．$U_B>U_C>U_E$

D．$U_C>U_E>U_B$

7．NPN 型三极管处于放大状态时，3 个电极中电位最高的是_____，_____极电位最低。

8．如图 3-4 所示，黑表笔接三极管集电极，红表笔接三极管发射极，此时万用表的指针偏转角度较_____，说明此时三极管处于_____状态。请分析电路图，此时 U_C、U_B、U_E 三者的大小关系_____。

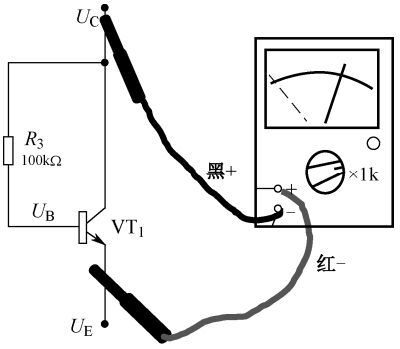


图 3-4　万用表测三极管

知识链接三

三极管放大的外部条件

一、三极管的工作状态

三极管有 3 种工作状态：放大状态、截止状态、饱和状态。它们分别对应的工作区域为：放大区、截止区、饱和区。当三极管处于放大区时，可以放大电流，当三极管工作于截止区和饱和区时，三极管相当于一个开关（断开或导通），常用于开关控制。

二、三极管外部放大条件

三极管要实现放大作用除了需要满足内部结构特点外，还必须满足外部电路条件：发射结加正向偏置电压，集电结加反向偏置电压，即发射结正偏，集电结反偏。图 3-5 所示为三极管的等效结构，根据这个条件可以确定 NPN 三极管 3 个电极上的电位关系为：$VT_E<VT_B<VT_C$。

对于 PNP 型三极管电源极性与 NPN 型三极管相反，应满足：$VT_E>VT_B>VT_C$ 的条件才能起到放大作用。加在基极与发射极之间的正向电压 U_{BE} 应该高于发射结的死区电压。

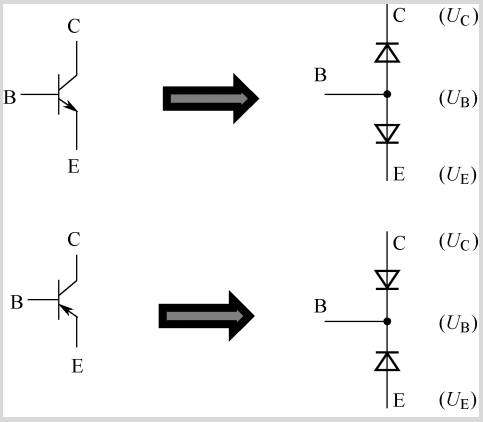


图 3-5　三极管的等效结构

四、查阅三极管基本放大电路，完成下列问题

1．请将 NPN 三极管共射极基本放大电路的电路图画在下面的方框内。

2．将电路中各元件的作用填入表 3-3 中。

表 3-3　电路中各元件的作用

元　件	名　称	作　用	元　件	名　称	作　用
VT			R_L		
R_b			C_1		
R_c			C_2		
			E_c		

3．根据三极管放大电路的输入回路与输出回路公共端的不同，可将三极管放大电路分为_____、_____、_____3 种。

4．共基组态中，三极管的基极为公共端，_____极为输入端，_____极为输出端。

5．在单级共射放大电路中，若输入电压为正弦波形，则输出与输入电压的相位_____。

A．同相　　B．反相　　C．相差 90 °

6．在基本共射电路中电容的作用为_____。

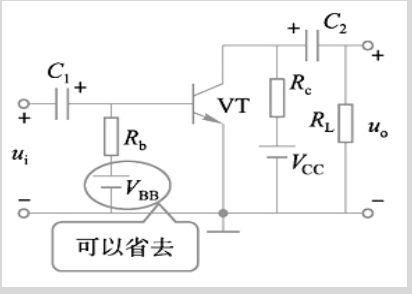
7．基本共射电路的集电极电阻 R_C 有将_____变化转换成_____变化的作用。

知识链接四

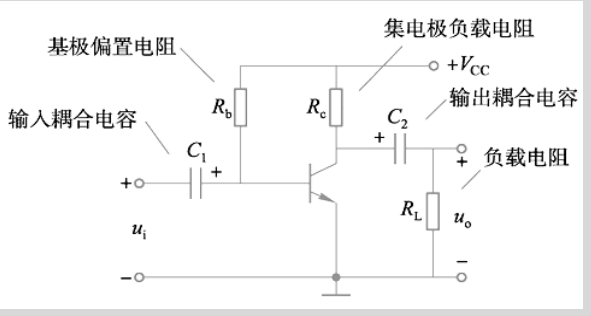
三极管基本放大电路

一、共发射极基本放大电路

利用三极管工作在放大区时所具有的电流控制特性，可以实现放大作用，因此三极管是放大电路中必不可少的元件；为了保证元件工作在放大区，必须通过直流电源给元件提供合适的偏置；为了确保信号能有效的输入和输出必须设置合理的输入电路和输出电路。可见，放大电路由放大元件、直流电源和偏置电路、输入和输出电路三部分组成，如图 3-6 所示。放大电路中各元器件的作用如表 3-4 所示。



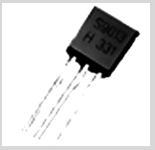
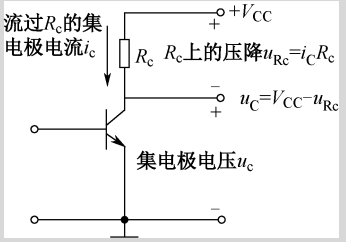
（a）双电源画法



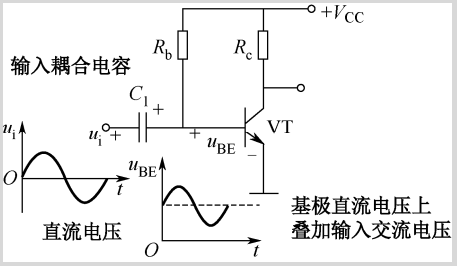
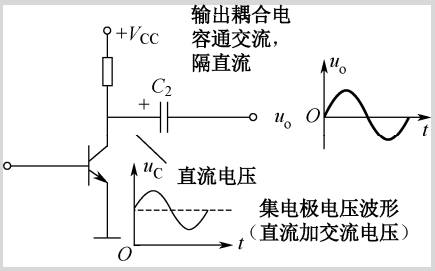
（b）单电源习惯画法

图 3-6　基本共射放大电路

表 3-4　放大电路中元器件的作用

符号	元器件名称	元器件实物外形	元器件作用	
VT	三极管		$\Delta i_C=\beta\Delta i_B$	实现电流放大
R_b	基极偏置电阻		—	提供偏置电压
R_c	集电阻负载电阻			提供集电极电流通路 将放大的集电极电流的变化转换为集电极电压的变化

续表

符号	元器件名称	元器件实物外形	元器件作用	
C_1	输入耦合电容			使信号源的交流信号畅通地传递到放大电路输入端
C_2	输出耦合电容			把放大后的交流信号畅通地传递给负载

二、三极管的 3 种组态

三极管在电路应用时，必定有一个电极作为信号的输入端，一个电极作为信号的输出端，另一个电极作为输入、输出回路的公共端，由此，三极管在电路中有 3 种组态（连接方式），如图 3-7 所示。

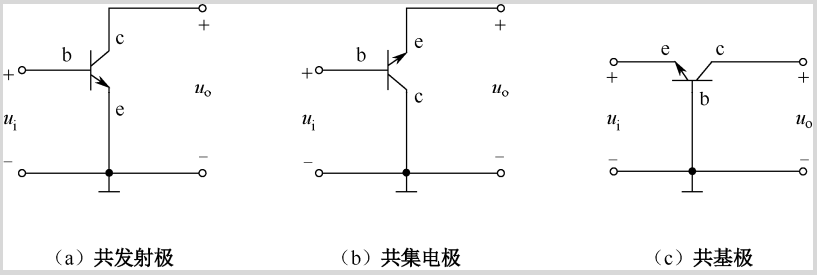


图 3-7　三极管的三种组态

无论哪种接法都有以下共同点。

（1）加电原则相同，为使三极管正常放大电流，都必须满足发射结正偏，集电结反偏。

（2）各极电流分配规律相同：$I_E = I_B + I_C$，$I_C = \beta I_B$

（3）电流的实际方向不因接法不同而改变。

五、查阅指针式万用表检测三极管相关知识，完成下列问题

1．万用表找基极时，用黑表笔接假设的基极，红表笔分别接另外两极，如果指针偏转一大一小，则假设_____；如果指针偏转都大，则假设_____，且该三极管的管型为_____；如果指针偏转都小，则假设_____，且该三极管的管型为_____。

2．如果一个三极管的管型为 NPN 型，用黑表笔接三极管基极，红表笔接另外两极的任一

极，指针偏转_____。

3．找集电极时，对于 NPN 型三极管，_____表笔接假设的集电极，_____表笔接发射极，手指搭接在_____极和_____极之间。然后假设另外一极为集电极，重复以上动作。结论：指针偏转大的一次，假设_____，_____表笔所接为真正集电极。

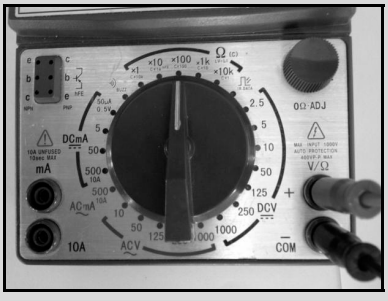
4．对于 PNP 型三极管，_____表笔接假设的集电极，_____表笔接发射极，手指搭接在_____极和_____极之间。然后假设另外一极为集电极，重复以上动作。结论：指针偏转大的一次，假设_____，_____表笔所接为真正集电极。

知识链接五

万用表检测三极管步骤

1．选挡位

将万用表调至电阻挡位的 R×100 或 R×1k 挡，如图 3-8 所示。



（a）选择 R×100 挡

（b）选择 R×1k 挡

图 3-8　选挡位

2．调零

将万用表的红黑表笔短接到一起，旋转万用表上的按钮，把指针调至 0 刻度，如图 3-9 所示。

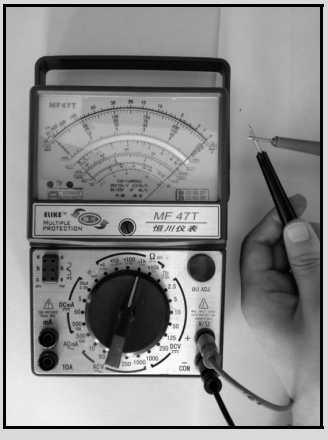
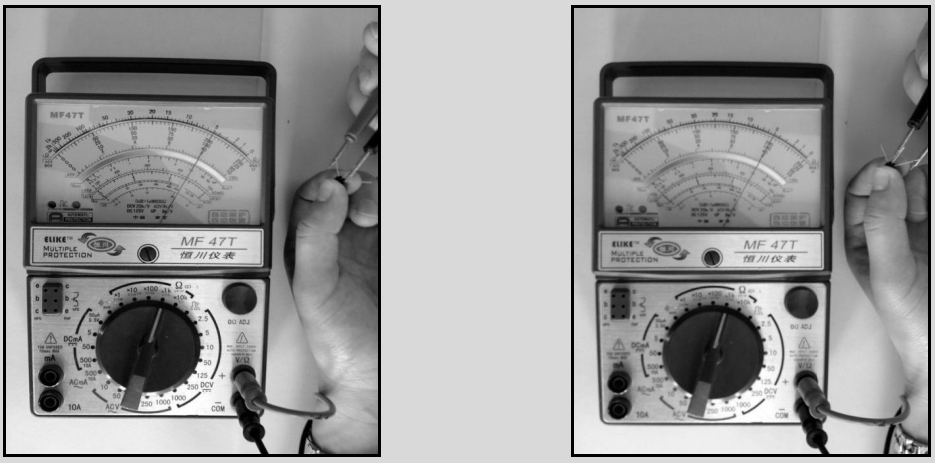


图 3-9　调零

3．找基极和类型

假设三极管的任意一个电极是基极，用一只黑表笔与假设的基极接触，另一只表笔分别与

另外两个电极接触，如果测得两次阻值均很小或均很大，则假设的基极是正确的。如果测出的电阻一大一小，则假设不正确。当两次电阻都小时，那么黑表笔接的是 NPN 型三极管的基极。反之，黑表笔接的为 PNP 型三极管的基极，如图 3-10 所示。

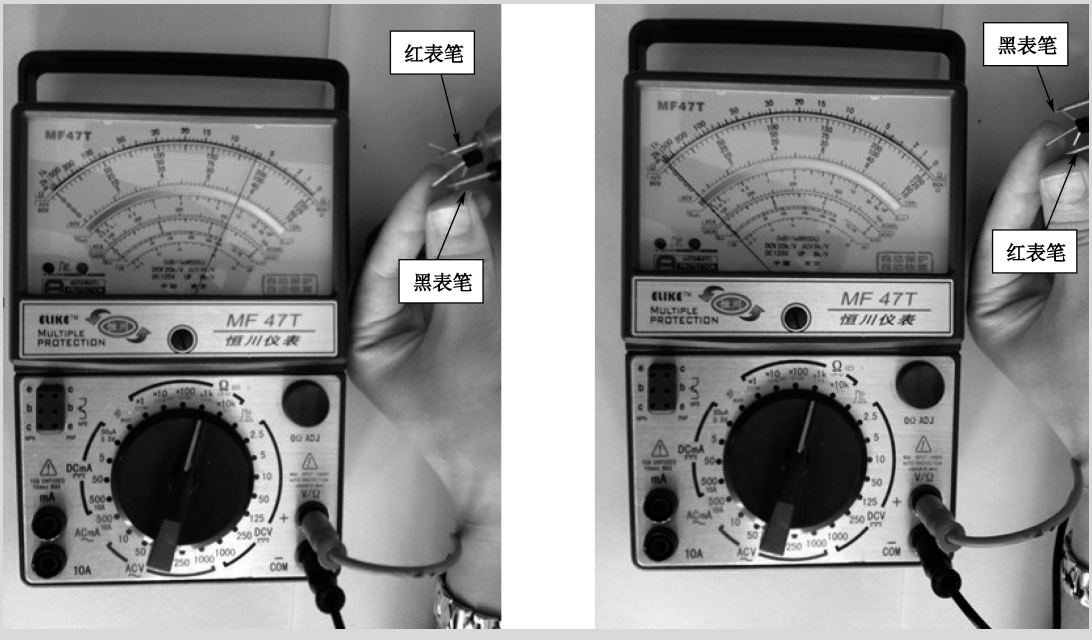


（a）　　（b）

图 3-10　判断基极

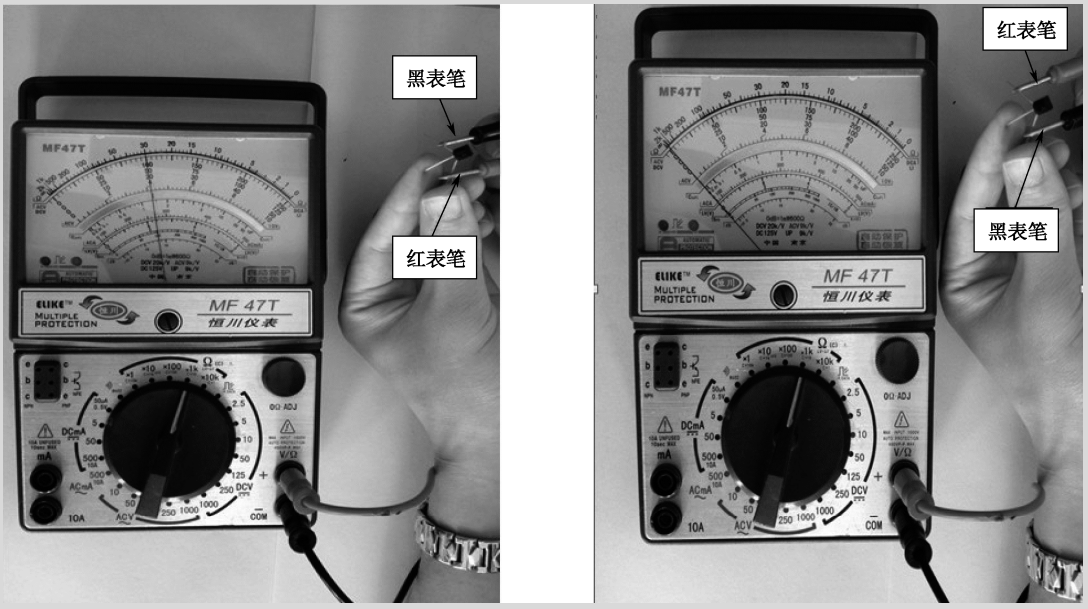
4. 找集电极和发射极

假设一脚为集电极，管型是 NPN 型，将黑表笔接集电极，红表笔接发射极，然后用手指捏住基极和集电极（两极不能相碰），观察指针偏转情况，并记下偏转位置。再假设另外一脚为集电极，重复上述过程，则偏转角度大的一次黑表笔所接触的为集电极。如果是 PNP 型，只需要将红表笔接假设的集电极，其余与 NPN 型测试完全相似，如图 3-11 所示。



（a）　　（b）

图 3-11　判断类型



(c)　　(d)

图 3-11　判断类型（续）

学习活动三　任务实施

一、识读原理图

1．根据图 3-12 所示的助听器电路原理图，自行设计布局图。

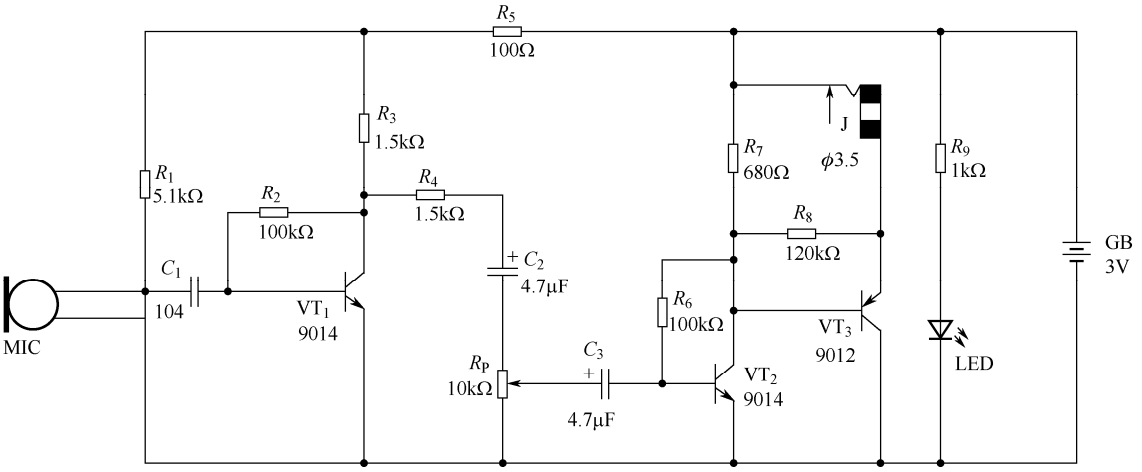


图 3-12　助听器电路原理图

二、元器件识别与检测

1. 元件清单

根据原理图，列举出元件清单，填入表 3-5 中。

表 3-5 元件清单

序号	名称及型号	规格	单位	数量	备注

2. 元件检测

每部分的元器件领取后先检测其质量好坏，并将检测记录填入表 3-6 中。

表 3-6 元件检测

元器件名称	检测内容			
电阻器		色环颜色	测量挡位	测量值
	R_1			
	R_4			
	R_6			
电容器		标称值	介质	质量判定
	C_1			
	C_3			
三极管			管型	引脚判定
	VT_1			
	VT_3			

三、线路安装

为了提高焊接的成功率，本次项目将分成三部分完成。安装布局图参考图如图 3-13 所示。

1. 第一部分

（1）领取该部分元件，并检查元件的质量（R_1、C_1、R_2、R_3、R_4、C_2、R_P、VT_1）。

（2）元件布局，确定焊接位置（注意咪头 MIC、滑动变阻器 R_P）。

（3）安装元件并进行焊接，注意焊接工艺。

（4）焊接完成后，交由教师检查并记录成绩。

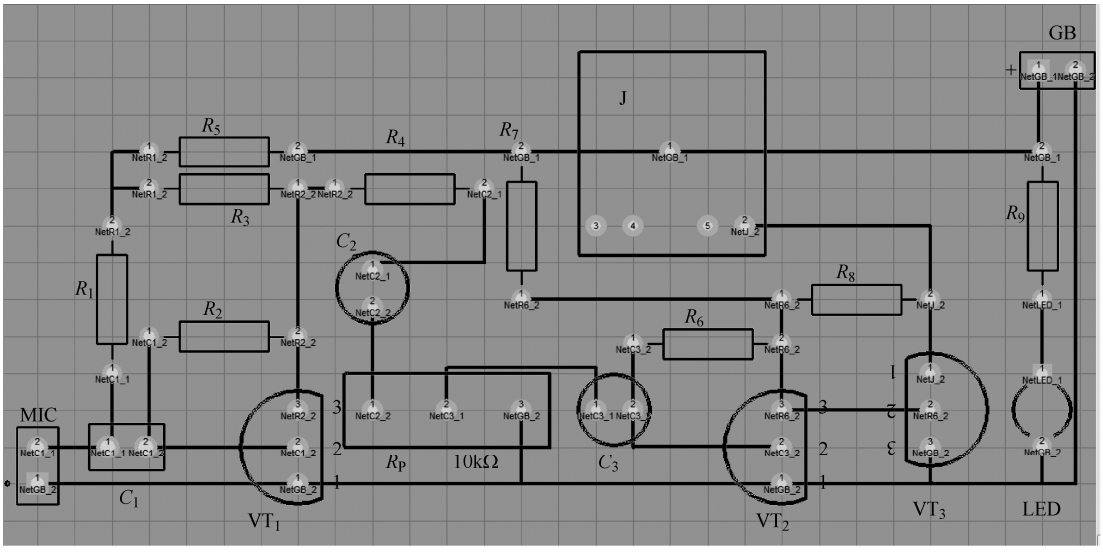


图 3-13　安装布局图

2．第二部分

（1）领取该部分元件，并检查元件的质量（C_3、VT_2、VT_3、R_6、R_7）。

（2）元件布局。

（3）安装元件并进行焊接，注意焊接工艺。

（4）焊接完成后，交由教师检查并记录成绩。

3．第三部分

（1）确定耳机插孔的引脚排列（注意耳机插头），检测电容质量好坏。

（2）元件布局，注意 R_5 电阻的焊接位置。

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

（4）焊接完成后，交由教师检查并记录成绩。

（5）整体检查。

4．安装电源线

（1）检测电源线的质量。

（2）安装电源线，注意避免短路。

（3）焊接完成后，交由教师检查。

（4）调试。将电源电路通电，接好耳机，旋动 R_P 试听效果。

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填在图 3-14 的横线上。

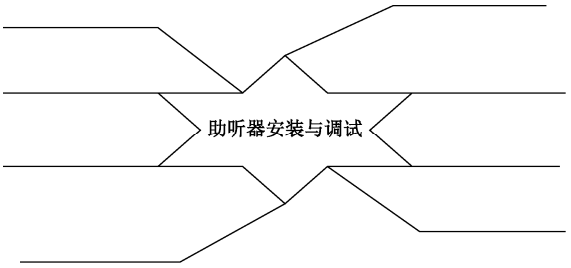


图 3-14　助听器安装与调试知识和技能

二、自我检测

（一）单项选择题

1．工作在放大区的某三极管，如果当基极电流从 12μA 增大到 20μA 时，集电极电流从 1mA 变为 1.8mA，那么它的 β 约为（　　）。

A．80　　B．90　　C．100

2．工作于放大状态的 PNP 管，各电极必须满足（　　）。

A．$U_E>U_B>U_C$　　B．$U_E<U_B<U_C$

C．$U_B>U_C>U_E$　　D．$U_C>U_E>U_B$

3．NPN 型和 PNP 型晶体管的区别是（　　）。

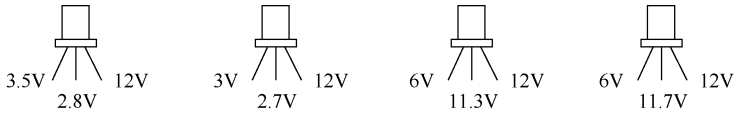
A．由两种不同的材料硅和锗制成的　　B．掺入的杂质元素不同

C．P 区和 N 区的位置不同　　D．引脚排列方式不同

4．温度影响了放大电路中的（　　），从而使静态工作点不稳定。

A．电阻　　B．电容　　C．三极管　　D．电源

5．测得工作在放大电路中的三极管各电极电位如图所示，其中锗材料的 PNP 管是（　　）。



A.　　B.　　C.　　D.

6．在线测量三极管 U_{CE} 时，接近为 0，说明管子（　　）。

A．已损坏　　B．性能不好　　C．饱和　　D．放大

7．若用黑表笔接 NPN 型三极管的集电极 C，红表笔接发射极 E，用手捏住基极 B 和集电极 C（两极不能相碰），再把手放开，比较两次情况下的电阻值，电阻值相差越大，表明三极管的（　　）。

A．β 越大　　B．β 越小

C．CE 极间的电阻越大　　D．I_C、I_E 越小

8．工作在放大电路中的两只三极管，其电流流向分别如图 3-15（a）、（b）所示，由此判别它的管型是（　　）。

A．两只管子均为 NPN 型　　B．两只管子均为 PNP 型

C．（a）为 PNP 型，（b）为 NPN 型　　D．（a）为 NPN 型，（b）为 PNP 型

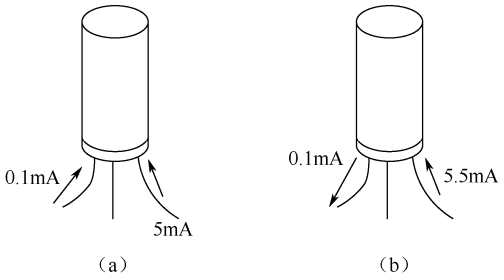


图 3-15　放大电路中的三极管

（二）判断题

1．三极管的集电极和发射极类型相同，因此可以互换使用。（　　）

2．三极管按结构分为硅型和锗型三极管。（　　）

3．三极管是电压放大元件。（　　）

4．晶体三极管 3 个电极均可以作为输入、输出端使用，所以三极管有共发射极、共基极、共集电极 3 种组态。（　　）

5．三极管只要工作在放大区就有 $VT_c>VT_b>VT_e$。（　　）

6．放大电路中的电容器，起的作用均为通交隔直。（　　）

7．用万用表测试三极管时，选择欧姆挡 $R\times10k$ 挡位。（　　）

（三）填空题

1．三极管工作在放大区时发射结_____偏，集电结_____偏。三极管的发射结和集电结都正向偏置或反向偏置时，三极管的工作状态分别是_____和_____。

2．放大电路中，测得三极管 3 个电极电位为 6.5V、7.2V、15V，则该管是_____类型管子，其中_____极为集电极。

3．三极管的 3 个工作区分别是_____区、_____区和_____区。当三极管工作在_____区时，关系式 $I_C=\beta I_B$ 才成立；当三极管工作在_____区时，$I_C=0$；当三极管工作在_____区时，$I_B\approx0$。

4．NPN 型三极管处于放大状态时，3 个电极中电位最高的是_____，_____极电位最低。

5．三极管的电流放大原理是_____电流的微小变化控制_____电流的较大变化。

6．某放大电路中，晶体管 3 个电极电流如图 3-16 所示，已测出 $I_1=50\mu A$，$I_2=1mA$，$I_3=1.05mA$，则各电极分别是：①为_____极，②为_____极，③为_____极，β 等于_____，该三极管是_____型。

7．在一个放大电路中，3 只三极管的 3 个引脚①、②、③的电位分别如表 3-7 所示，将每只管子所用材料（Si 或 Ge）、类型（NPN 或 PNP）及引脚为哪个极（e、b 或 c）填入表内。

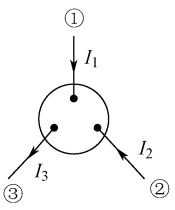


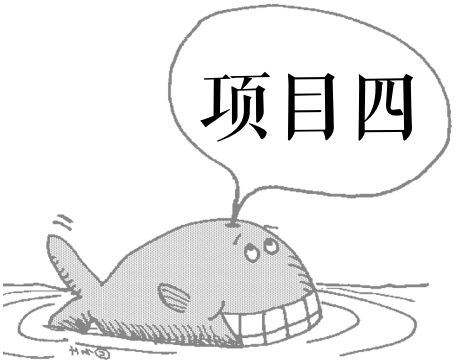
图 3-16　晶体管 3 个电极电流

表 3-7 三极管引脚电位

管号		VT_1	VT_2	VT_3	管号		VT_1	VT_2	VT_3
引脚电位（V）	①	0.7	6.2	3	电极名称	①			
	②	0	6	10		②			
	③	5	3	3.7		③			
材料					类型				

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能够叙述助听器的功能，并能分析助听器电路的组成和工作原理						
3	会正确使用万用表辨别三极管的引脚及质量好坏						
4	能使用万用表对本任务中所用到的所有电子元器件进行识别检测						
5	能够按照助听器参数和工艺要求制作助听器电路						
6	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
7	能够独立完成该产品的标注、说明、美化工作						
8	工作过程中严格遵守安全操作规程，如电烙铁先进行安全检查、通电前先用仪表检测电路通断等						
9	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用焊锡丝、将实训工位打扫干净等						
10	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总评							



迎宾器安装与调试

学习活动一　明确任务

迎宾器是在探测到人体经过时，能准确的识别方向，并在第一时间发出温馨提示、警报、问候语等语音。实训室采用光敏电阻感应，利用三极管开关特性给 TQ33F 语音芯片一个控制信号，这个信号内部经运算放大处理后，形成一个控制信号，驱动内部的音频发生电路工作，产生“ 您好，欢迎光临 !”的音频信号，现在要求同学们用两周的时间制作一个迎宾器 ，同时学会以下知识和技能。

（1）能够分析感应开关电路的组成和工作原理。
（2）会正确使用光敏电阻，并完成测量。
（3）通过查阅资料，正确使用 TQ33F 芯片。
（4）能够按照电路焊接操作要领及工艺要求制作感应开关电路。
（5）认识扬声器，并学会安装、接线。
（6）能够独立完成该产品的标注、说明、美化工作。
（7）能按照实训要求，整理工具、打扫现场。

学习活动二　工作准备

查阅三极管特性知识完成下列问题

1．三极管输出特性曲线共有 3 个区域：放大区、_____和_____。
2．通过在三极管的周围设置一些元件参数，并为其提供电源使三极管有一个合适的静态工作点，这样输入的信号就能得到不失真的放大，此时三极管工作于_____区。当

元件参数设置不合适时，三极管可能处于_____区或_____区。

3．通俗地讲，当三极管在放大区时，三极管导通，可用于放大信号；当三极管处于饱和区时，三极管_____；当三极管处于截止区时，三极管_____。

4．如果通过设计电路，让三极管在饱和区和截止区之间切换，那么三极管就在导通和_____之间切换，此时三极管就处于开关工作状态。

5．测量三极管 3 个电极对地电位如图 4-1 所示，试判断三极管的工作状态。

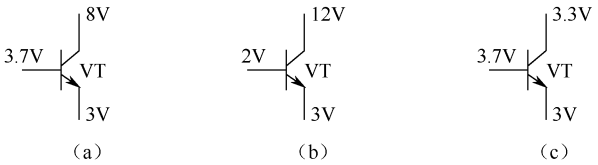


图 4-1　三极管 3 个电极对地电位

知识链接一

三极管的特性曲线

三极管的特性曲线是指三极管各极电压和电流的关系曲线，又称伏安特性曲线。

一、输入特性曲线

图 4-2 所示为共射输入特性曲线，是指当 U_{CE} 为某一定值时，基极电流 I_B 和发射极电压 U_{BE} 之间的关系。

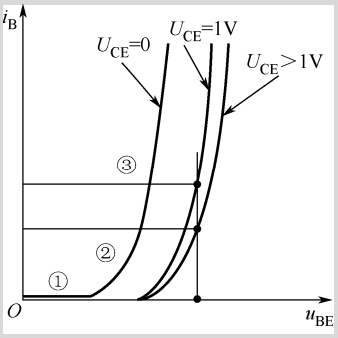


图 4-2　共射输入特性曲线

由图 4-2 可归纳出输入特性曲线的特点。

（1）分为三部分：死区、非线性区、线性区。

（2）当 U_{CE}>1 时，各条特性曲线基本重合。

（3）当 U_{CE} 增大时，特性曲线相应的右移。

二、输出特性曲线

三极管共射输出特性曲线是在基极电流 I_B 为一常量的情况下，输出电流 I_C 和输出 U_{CE} 之间的关系，如图 4-3 所示。

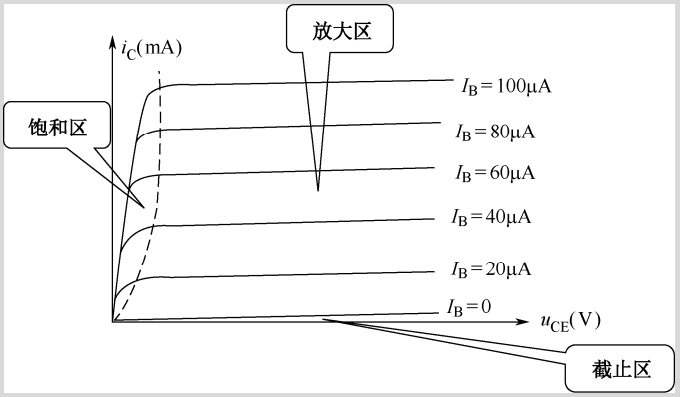


图 4-3　共射输出特性曲线

从图 4-3 中可以看出，三极管的输出特性曲线可以分为 3 个区域。

（1）截止区——I_B=0 曲线以下的区域，这时各极电流几乎全为零，三极管内部各极开路，即相当于开关断开。

（2）饱和区——每条曲线拐点连线左侧的区域，此时 I_C 不受 I_B 控制，三极管没有电流放大作用。此时三极管的集电极、发射极之间呈现低电阻，相当于开关闭合。三极管饱和时的 U_{CE} 值称为饱和管压降，记作 U_{CES}，小功率硅管的 U_{CES} 约为 0.3V，锗管约为 0.1V。

（3）放大区——每条曲线的平直部分构成的区域，此时 I_C 只受 I_B 控制，三极管具有放大作用。

由输出特性可知，三极管具有“开关”和“放大”两大功能。当三极管工作在饱和区和截止区时，相当于开关的闭合与断开，即有开关特性，可应用于脉冲数字电路中；当三极管工作在放大区时，它具有电流放大的作用，可应用于模拟电路中。

三、三极管的主要参数

1. 电流放大倍数

（1）直流放大倍数 β。当 U_{CE} 为规定值时，集电极直流电流 I_C 和基极电流 I_B 的比值，即

$$\beta=\frac{I_C}{I_B}$$

（2）交流放大倍数 $\overline{\beta}$。当 U_{CE} 为规定值时，集电极直流电流变化量 Δi_c 和基极电流变化量 Δi_b 即

$$\overline{\beta}=\frac{\Delta i_c}{\Delta i_b}$$

一般情况下 β 和 $\overline{\beta}$ 的值基本相同，今后就不再区分，统一用 β 表示。

2. 穿透电流 I_{CEO}

I_{CEO} 是基极开路时集电极和发射极之间的电流，穿透电流越小，三极管的质量越好。

3. 集电极最大允许电流 I_{CM}

三极管集电极电流 I_C 增大时，其 β 将减小，β 下降到额定值的 $\frac{2}{3}$ 时的集电极电流，称为集电极最大允许电流。实际使用时，必须使 $I<I_{CM}$，否则 β 将明显下降。

4. 集电极最大允许耗散功率 P_{CM}

P_{CM} 表示集电极允许损耗功率的最大值。在应用中，必须使三极管的 $P \leqslant P_{CM}$，否则会使三极管性能变坏或烧毁。

5. 集—射反向击穿电压 U_{CEO}

U_{CEO} 是基极开路时，允许加在集—射极之间的最大反向电压。若集电结反偏电压超过该值，将导致反向电流剧增，从而使三极管损坏。

学习活动三 任务实施

一、用实训模块搭建电路

（一）电路搭建及现象记录

（1）按照图 4-4 所示的电路图正确搭建电路。

（2）观察图 4-4 中的电路，并将观察现象填入表 4-1 中。

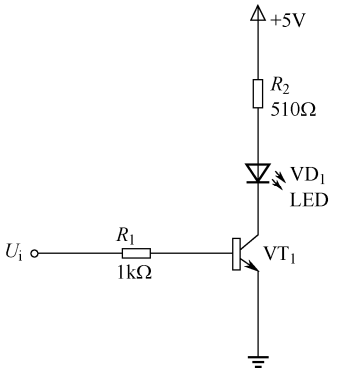


图 4-4 电路搭建（一）

表 4-1 观察现象（一）

U_i	LED（亮/灭）	VT_1（导通/截止）
5V		
0V		

（3）按照图 4-5 所示的电路图正确搭建电路。

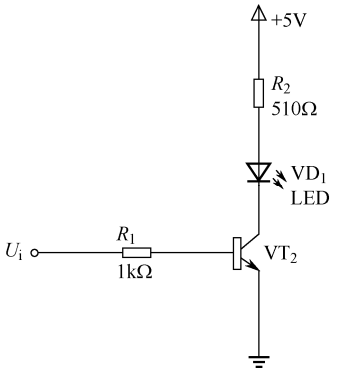


图 4-5 电路搭建（二）

（4）观察图 4-5 中的电路，并将观察现象填入表 4-2 中。

表 4-2　观察现象（二）

U_i	LED（亮/灭）	VT_2（导通/截止）
5V		
0V		

（二）结果分析

1．通过实训可以发现：通过控制输入电压_____就可以控制三极管的通、断，进而控制 LED 的亮、灭。三极管在此处相当于一个可控开关，所以称这种电路为三极管开关电路。

2．思考：图 4-6 中可以通过调节元件_____来控制 LED 的亮灭。

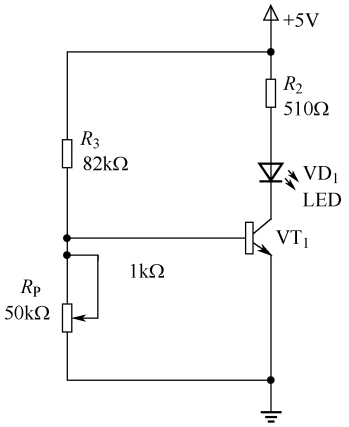


图 4-6　LED 的亮灭控制

3．分析：将图 4-6 的 R_P 电位器换成光敏电阻，如图 4-7 所示，并将电路放于有光和无光两种环境下，应该呈现的现象是：_____。

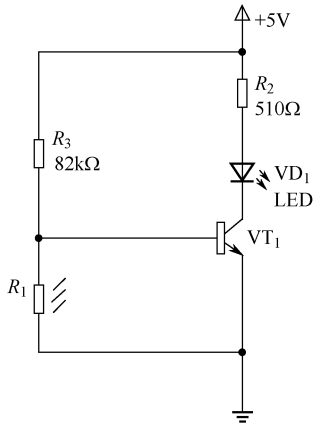


图 4-7　光敏电阻

二、迎宾器安装

（一）线路布局

根据图 4-8 所示的迎宾器电路原理图，自行设计布局图。

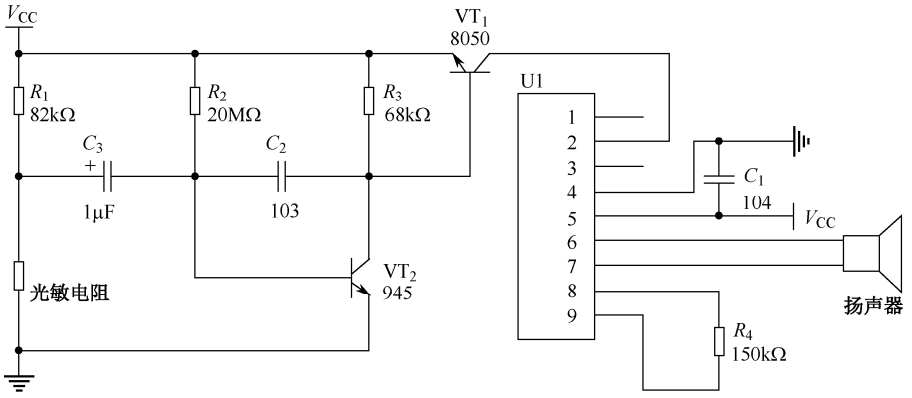


图 4-8　迎宾器电路图

（二）元器件识别与检测

1．元件清单

根据图 4-8，列举出元件清单，并填入表 4-3 中。

表 4-3　元件清单

序　号	名称及型号	规　格	单　位	数　量	备　注

2．元件检测

每个部分的元器件领取后先检测其质量好坏，并将检测记录填入表 4-4 中。

表 4-4　元件检测

元器件名称	检 测 内 容				
电阻器		色环颜色		测量挡位	测量值
	R_3				
电容器		标称值		介质	质量判定
	C_3				
	C_1				
光敏电阻		光照阻值	避光阻值		质量判定

（三）线路安装

1. 安装注意事项

（1）焊接时注意元件的布局和安装工艺。

（2）注意三极管的引脚排列。

（3）注意避免出现虚焊、缺焊、冷焊、焊盘脱落等问题。

为了保证焊接的成功率，本次项目将分成控制电路和语音模块两部分（图 4-9）完成。

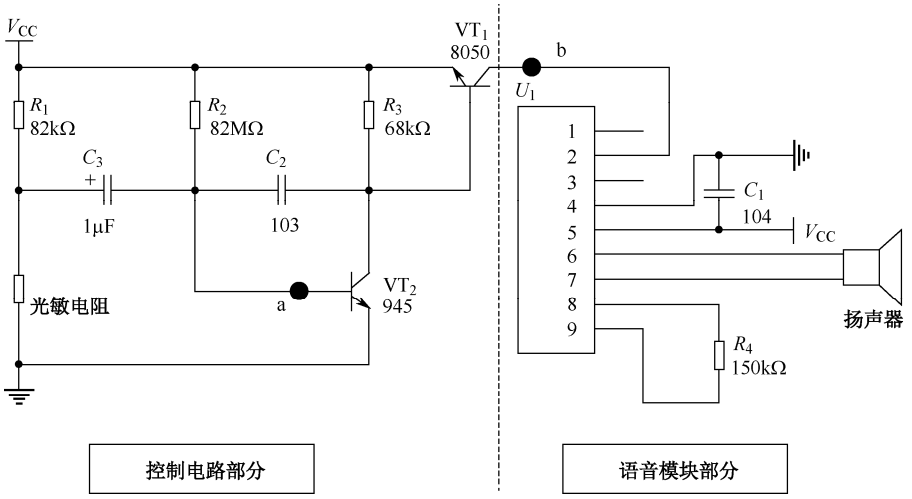


图 4-9　迎宾器电路的两部分

2. 控制电路部分

（1）领取该部分元件，并检查元件的质量好坏。（R_1、R_2、R_3、C_2、C_3、VT_1、VT_2、光敏电阻和万用板）

（2）元件布局。（在万用板的左面留出空间，以便于安装语音模块）

（3）安装元件并进行焊接，焊接时注意焊接工艺。

（4）焊接完成后，交由教师检查并记录成绩。

3. 语音芯片及扬声器安装

（1）领取语音模块部分元件。

（2）由于语音片与电路板之间用导线连接，因此先进行导线处理。

（3）将 C_1 电容安装在语音片上。

（4）安装扬声器。

扬声器的引线应该焊接在扬声器的金属片上，而不是焊点位置。引线焊接错误如图 4-10 所示，引线焊接正确如图 4-11 所示。

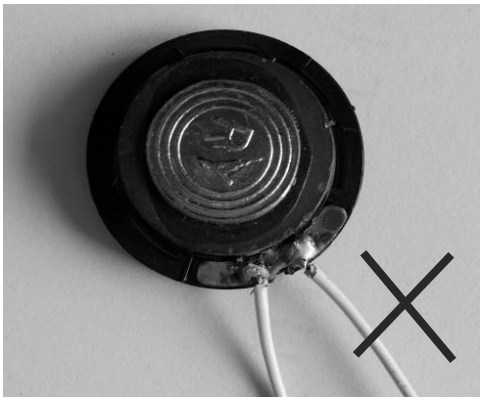


图 4-10　引线焊接错误

图 4-11　引线焊接正确

（5）组装，将控制电路板、扬声器和语音芯片连接并固定。

（6）焊接完成后，交由教师检查并记录成绩。

（四）电路调试

（1）利用万用表和目测，检查电路焊接是否存在短路或断路现象？

（2）为电路焊接电源线，并通电测试电路通电后，在有光和无光的环境下有什么现象发生？若没有任何现象，请仔细检查电路有无故障。

（3）利用万用表分别测试 a、b 两点在有光和无光条件下的电压，并将测试值填入表 4-5 中。

表 4-5　有光与无光条件下的测试电压

环境条件 / 测试点	有光	无光
a		
b		

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填在图 4-12 的横线上。

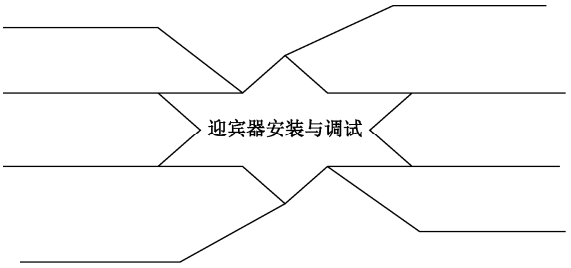


图 4-12　迎宾器安装与调试知识和技能

二、自我检测

（一）选择题

1．当发射结和集电结都正偏时三极管工作于（　　）状态。

A．放大　　B．截止　　C．饱和　　D．无法确定

2．三极管超过（　　）所示极限参数时，必定被损坏。

A．集电极最大允许电流 I_{CM}　　B．集—射极间反向击穿电压 $U_{(BR)CEO}$

C．集电极最大允许耗散功率 P_{CM}　　D．管子的电流放大倍数 β

3．测得 NPN 型三极管上各电极对地电位分别为 U_E=2.1V，U_B=2.8V，U_C=4.4V 时，说明此三极管处在（　　）。

A．放大区　　B．饱和区　　C．截止区　　D．反向击穿区

4．使三极管具有接通电路的作用，必须满足的外部条件是（　　）。

A．发射结正偏、集电结正偏　　B．发射结反偏、集电结反偏

C．发射结正偏、集电结反偏　　D．发射结反偏、集电结正偏

5．三极管参数为 P_{CM}=800mW，I_{CM}=100mA，$U_{BR(CEO)}$=30V，在下列几种情况中，（　　）属于正常工作。

A．U_{CE}=15V，I_C=150 mA　　B．U_{CE}=20V，I_C=80 mA

C．U_{CE}=35V，I_C=100 mA　　D．U_{CE}=10V，I_C=50mA

6．如果三极管工作在截止区，两个 PN 结状态（　　）。

A．均为正偏　　B．均为反偏

C．发射结正偏，集电结反偏　　D．发射结反偏，集电结正偏

（二）判断题

1．在模拟电路中一般使用三极管的放大作用，在数字电路中一般使用其开关作用。（　　）

2．三极管的集电极电流不允许大于它的最大允许电流 I_{CM}，不然会损坏三极管。（　　）

3．当发射结处于反偏时，三极管一定工作在截止区。（　　）

（三）填空题

1．三极管工作于_____和_____，相当于电路的切断和导通，因此它具有开关作用。

2．当加在三极管发射结的电压小于导通电压时，基极电流为_____，集电极电流和发

射极电流都为零，集电极和发射极之间相当于开关的断开状态，即为三极管的_____。开关三极管处于截止状态的特征是发射结_____，集电结_____偏置。

3．三极管的开关作用主要用于电路的_____或_____，被广泛用于开关电路，

4．晶体三极管有 3 个工作区，它们是：_____、_____、_____。三极管工作在_____状态时，相当于一个断开的开关。

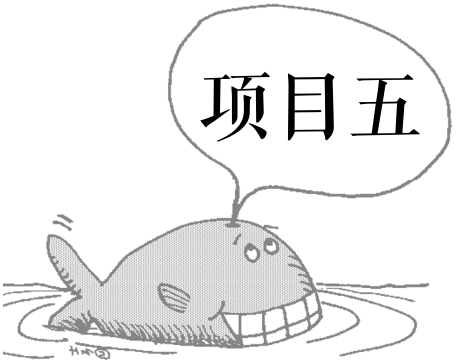
5．晶体管工作在饱和区时发射结_____偏，集电结_____偏。

6. 三极管的发射结和集电结都正向偏置或反向偏置时，三极管的工作状态分别是_____和_____。

7．晶体三极管用于放大时，应使发射极处于_____偏置，集电极处于_____偏置。

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能够分析感应开关电路的组成和工作原理						
3	会正确使用光敏电阻，并完成测量						
4	能正确检测、使用 TQ33F 芯片						
5	认识扬声器，并学会安装、接线						
	能正确识读电路原理图，规范设计电路的布局走线						
6	能够按照电路焊接操作要领及工艺要求安装感应开关电路						
7	能够独立完成该产品的标注、说明、美化工作						
8	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
9	工作过程中严格遵守安全操作规程，如电烙铁先进行安全检查、通电前先用仪表检测电路通断等						
10	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用焊锡丝、将实训工位打扫干净等						
11	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							



功率放大器安装与调试

学习活动一　明确任务

功率放大器简称功放，俗称“扩音机”，是音响系统中最基本的设备。它的任务是把来自信号源（专业音响系统中则是来自调音台）的微弱电信号进行放大以驱动扬声器发出声音。本次任务要求同学们用 3 周的时间制作一个功放电路，当电路出现故障时，能及时排除故障，同时了解市面上的功放，掌握功放电路的基础知识，熟悉 NE5532、TDA2030 的使用方法，熟练掌握元件的焊接工艺，具备检修电路的基本能力。

1. 知道运放的组成，并能叙述其各部分的作用和特点。
2. 能区分运放常用电路，并知道其输出电压和输入电压之间的关系。
3. 能叙述功放的类型及其工作特点。
4. 能描述 NE5532、TDA2030 功放芯片的各引脚功能，并会使用。
5. 能按照各元件焊接工艺要求正确焊接功放电路并完成测试。
6. 能够独立完成该产品的标注、说明、美化工作。
7. 能按照实训要求，整理工具、打扫现场。

学习活动二　工作准备

一、查阅集成运放相关知识完成下列问题

1. 将集成芯片有字的一面朝上，引脚朝下，凹口或小标志点“．”左边起始脚为芯片的第_____引脚。

2. 补全下面集成运算放大器的结构框图如 5-1 所示。

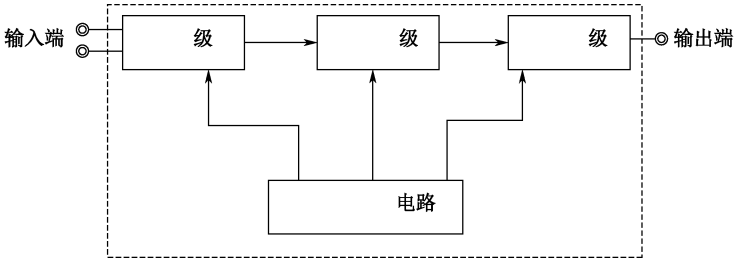


图 5-1 集成运算放大器结构框图

3．集成运放有_____个输入端，分别是_____端和_____端，有_____输出端。它的图形符号为_____。

4．反相比例运放电路的信号从_____端输入，输出信号与输入信号的相位_____，电压放大倍数为_____，其输出电压与输入电压的关系为_____。

5．同相比例运算放大器电路的信号输入端是在_____端，输出信号与输入信号的相位_____，电压放大倍数为_____，其输出电压与输入电压的关系为_____。

6．在运放电路中放大倍数与运放自身参数_____，而是由_____和_____电阻的比值关系确定的。

7．在同相比例和反相比例运放电路中，连接输出端和输入端的电阻称为_____电阻，它将_____的一部分或全部通过一定电路形式送回_____与输入信号叠加。

知识链接一

集成运放

一、集成运放的结构

集成运算放大器实质上是集成化的多级直接耦合放大器，简称“运放”，图 5-2 是集成运放的外形图。引脚识别方法是将集成块正面（有字的一面）对准使用者，以左边凹口或小标志点“.”为起始脚，按逆时针方向数 1，2，3，…，*n* 脚，如图 5-2 所示。

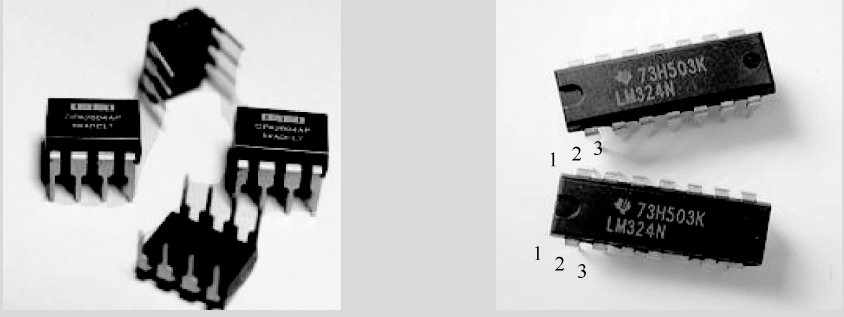


图 5-2 集成运放的外形图

集成运放的内部结构如图 5-3 所示，它由 4 个部分组成：输入级、中间级、输出级和偏置电路。

二、集成运放的符号

集成运放的符号如图 5-4 所示。图中“▷”表示运算放大电路，“∞”表示开环增益极高。它有两个输入端：标注“-”号的为反相输入端，从该端输入信号时，输出信号与输入信号的

极性相反；标注“+”号的为同相输入端，从该端输入信号时，输出信号与输入信号同相。

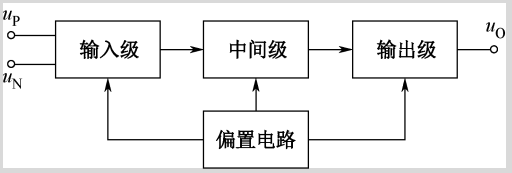


图 5-3　集成运放的内部结构

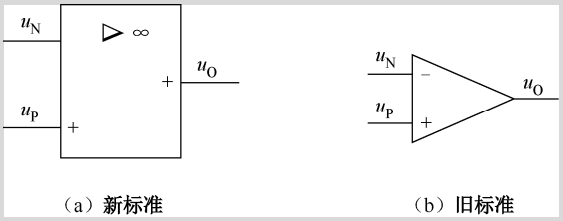


图 5-4　集成运放的符号

三、集成运放的典型应用电路

1. 反相比例运放

图 5-5 所示为反相比例运放的电路。输入信号从反相端加入，R_f 为反馈电阻，接在输出端与反相端之间，构成深度负反馈。R_1 为输入耦合电阻，R_2 为补偿电阻，也称为平衡电阻。保证两个输入端的外接电阻平衡，使电路处于平衡对称的工作状态，即

$$R_2=R_1//R_f$$

$$u_o=-\frac{R_f}{R_1}u_i$$

由此可知，输出电压与输入电压相位相反，大小成一定比例关系，电路的放大倍数仅由外接电阻 R_f 和 R_1 的比值决定，与运放本身参数无关。

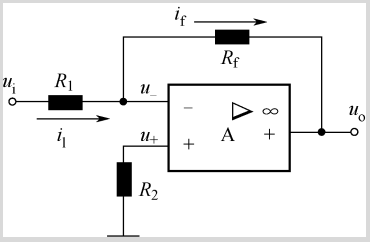


图 5-5　反相比例运放的电路

2. 同相比例运放

图 5-6 为同相比例运放的电路。信号从同相端输入，反馈信号加在反相端，R 为平衡电阻，且

$$R=R_1//R_f$$

$$u_o=\left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)u_i$$

由此可知，输出电压与输入电压相位相同，大小成一定比例关系，电路的放大倍数仅由外接电阻 R_f 和 R_1 或 R 的比值决定，与运放本身参数无关。R_1 开路或 R_f 短路，则电压放大倍数为 1，输出与输入的关系为 $u_o=u_i$，该电路为电压跟随器，如图 5-7 所示。

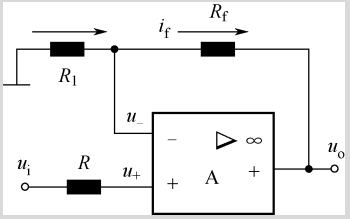


图 5-6 同相比例运放的电路

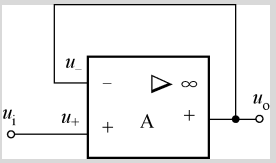


图 5-7 电压跟随器

二、查阅功放电路相关知识，完成下列问题

1. 功率放大电路通常作为多级放大电路的_____级，要求有足够大的输出_____。
2. 根据三极管静态工作点 Q 在交流负载线上的位置不同，可分为_____、_____和_____三种功率放大电路。
3. 甲类功率放大器由于静态电流大，放大器的效率较低，最高只能达到_____。
4. 实用的功率放大器经常采用的方式是波形失真情况和效率介于甲类和乙类之间的_____。
5. 功率放大器就是把小的输入功率放大为大的输出功率供给负载。（ ）
6. 甲类功率放大电路中，在没有输入信号时，电源的功耗最小。（ ）
7. 与甲类功率放大方式相比，乙类功率放大方式的主要优点是（ ）。

   A. 不用输出变压器　　B. 不用输出端大电容

   C. 效率高　　D. 无交越失真
8. 功率放大电路工作在大信号状态，要求输出功率大，且转换效率高。（ ）
9. 在甲类、乙类和甲乙类功率放大电路中，_____功率放大电路的效率最高。

知识链接二

功放电路

一、功放的特点

能够向负载提供足够信号功率的放大电路称为功率放大电路，简称功放。功率放大电路主要要求获得尽可能大的不失真（或失真较小）的输出功率和转换效率，通常是在大信号状态下工作，因此它具有以下特点。

（1）输出功率要大。选择合适的负载，使它与功率放大电路的输出电阻相匹配，以保证功率放大管的集电极电流和电压的幅度有尽可能大的动态范围，从而获得足够大的功率。

（2）效率要高。输出功率大，消耗在电路内的能量也大，所以需要考虑转换效率，显然功率放大电路的效率越高越好。

（3）电路散热要好。功率放大电路中的三极管消耗功率会使自身温度升高，甚至烧毁。为使功率放大电路既能输出较大的功率又不损坏三极管必须加散热片。

（4）非线性失真要小。输出信号不仅电压幅值大，电流幅值也大。信号幅值大，则容易产生失真，所以功放电路必须考虑失真问题。

二、功放的类型

从三极管的工作状态看，功放电路有甲类、乙类和甲乙类三种。

（1）甲类：静态工作点在负载线的中间，Q 点在三极管的放大区，如图 5-8 所示。甲类工作状态失真小，静态电流大，管耗大，效率低。

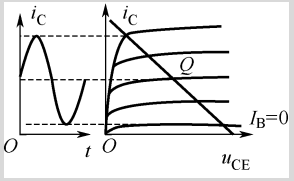


图 5-8　甲类

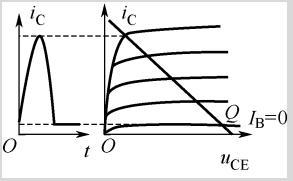


图 5-9　乙类

（2）**乙类：**静态工作点在放大区和截止区的交界处，如图 5-9 所示。此时若输入正弦波信号，那么电路的输出只有正半周。乙类工作状态失真大，静态电流为零，管耗小，效率高。

（3）**甲乙类：**静态工作点位于甲类和乙类之间，如图 5-10 所示。该状态甲乙类静态电流小，管耗小，效率较高，但是输出波形半周产生失真，不失真的半周输出幅值大。

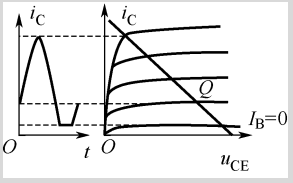


图 5-10　甲乙类

三、查阅 OTL、OCL 功放相关知识完成下列问题

1. 乙类互补对称功率放大电路会产生交越失真的原因是（　　）。

A. 晶体管输入特性的非线性　　B. 三极管电流放大倍数太大

C. 三极管电流放大倍数太小　　D. 输入电压信号过大

2. 互补输出级采用射极输出方式是为了使（　　）。

A. 电压放大倍数高　　B. 输出电流小

C. 输出电阻增大　　D. 带负载能力强

3. 乙类功放中的两只三极管交替工作，各导通半个周期。（　　）

4. 甲乙类互补对称电路与乙类互补对称电路相比，效率高并且交越失真小。（　　）

5. 乙类推挽放大器的主要失真是_____，要消除此失真，应改用甲乙类推挽放大器。

6. 在图 5-11 电路中 VD_1、VD_2 的作用是消除（　　）。

A. 饱和失真　　B. 截止失真　　C. 交越失真

7. 在 OCL 功率放大电路中，输入信号为 1kHz，10V 的正弦信号，输出的波形如图 5-12 所示，这说明（　　）。

A. 出现饱和失真　　B. 出现截止失真

C. 出现频率失真　　D. 出现交越失真

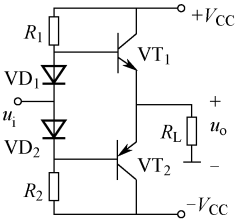


图 5-11 VD1、VD2 的作用电器

图 5-12 正弦信号的输出波形

8．OTL 功放因输出与负载之间无_____耦合而得名，它采用_____电源供电，输出端与负载间必须连接_____。

9．为了消除交越失真，应当使功率放大电路的功放管工作在（　　）状态。

A．甲类　　B．甲乙类　　C．乙类

10．单电源互补推挽功率放大电路中，输出电容起到了双电源电路中的（　　）的作用。

A．消除高次谐波　B．负电源　　C．正电源

知识链接三

典型功放电路

一、乙类双电源互补对称功率放大电路(OCL)

互补对称功率放大电路是指电路中采用两只晶体管，NPN、PNP 各一只；两管特性一致，它有无输出变压器（OTL）和无输出电容（OCL）两种类型。

图 5-13 所示为乙类双电源互补对称功率放大电路。电路中采用两只双极性三极管：NPN、PNP 各一只；两管特性一致，组成互补对称式射极输出器。

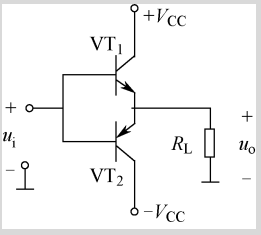


图 5-13 乙类双电源互补对称功率放大电路

输入信号正半周 $u_i>0$V，VT_1 导通，VT_2 截止，$i_L=i_{c1}$；输入信号负半周 $u_i<0$V，VT_1 截止，VT_2 导通，$i_L=i_{c2}$。

由此可知，在输入信号的一个周期内，VT_1、VT_2 两个管子交替承担放大任务，在负载上合成得到完整的正弦波。

二、乙类单电源互补对称功放(OTL)

双电源互补对称功放电路简单效率高，但它需要两个电源供电，既不经济也不方便，为此将电路略加改进，省去一个电源，构成单电源互补对称功放，如图 5-14 所示。在输出端与负载之间串联一只容量足够大的电容器，它可以等效为一个恒压源，在该电路中充当电源。

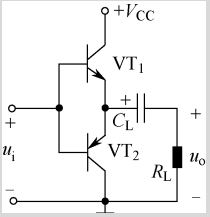


图 5-14　乙类单电源互补对称功放电路

无输入信号时，调节基极参数，使电容器两端电压为电源电压的一半。

（1）输入信号正半周时，VT_1 处于正偏导通状态，VT_2 处于反偏截止状态，集电极电流自电源经 VT_1 为电容充电，再通过负载，负载上有正半周输出。

（2）输入信号负半周时，VT_2 处于正偏导通状态，VT_1 处于反偏截止状态，电容 C_L 通过 VT2 向负载放电，负载上有负半周信号输出。

综上可知，乙类单电源互补对称功率放大电路，也是通过两只三极管轮流交替工作共同完成对输入信号的功率放大的，最后输出波形在负载上合成得到完整的波形。

乙类功率放大电路没有直流偏置，由于 PN 结死区电压的存在，两只三极管轮流交替工作的结果在负载上合成时，会在正、负半周交界处出现波形的失真，称为交越失真，如图 5-15 所示。

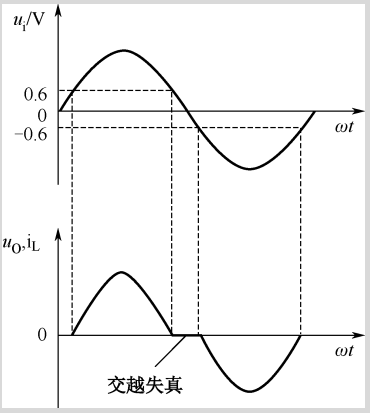


图 5-15　交越失真

为了消除交越失真可以给放大电路加一个微弱的直流偏置，使放大电路工作在甲乙类状态，偏置的方法可以是在两只三极管之间串入电阻，也可以接入二极管，如图 5-16 所示。但接入二极管更好，因为二极管的动态电阻小，输入到两只三极管的基极交流信号基本相等，而接入电阻对信号有衰减作用，使加到两只三极管的基极信号可能不相等，容易造成失真。

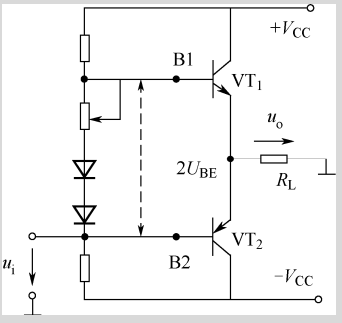


图 5-16　消除交越失真

四、查阅集成功放电路相关知识完成下列问题

1. 请分别填写出图 5-17 和图 5-18 中元件的名称。

图 5-17　元件 1

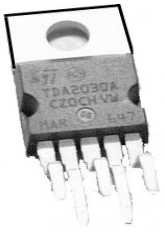


图 5-18　元件 2

名称：_____；　　名称：_____

2. 双列直插式集成芯片引脚顺序一般是按_____时针排列。请将图 5-19 中标出引脚序列。

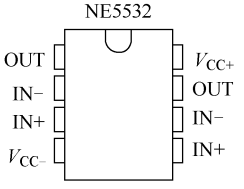


图 5-19　NE5532 功放

3. 从图 5-19 中，我们可以观察到 NE5532 的正电源是第_____引脚，负电源是第_____引脚，内部包含_____个功放。

4. TDA2030A 是一款单声道音频功放电路，采用单列直插式塑料封装，引脚排列是芯片正面面对自己时，从左向右，引脚序号依次递增。请在图 5-20 中标出引脚序号。

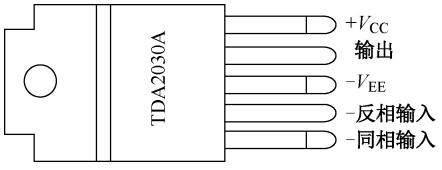


图 5-20　TD2030A 音频功放电路

5. 从图 5-20 中可以看出 TDA2030A 第_____引脚为电源正极，第_____引脚为电源负极。

知识链接四

集成功率放大电路

集成功率放大器是采用集成工艺将功放电路的大部分元器件集成制造在一块芯片上构成的，其外接元件少，使用方面。为了保持性能稳定、可靠，能适应长时间连续工作，有的集成功率放大器内还具有过载保护和过热保护。功放的种类和型号较多，这里只介绍比较常用的两种。

一、NE5532 功放

NE5532 功放是一种双运放高性能低噪声运算放大器。相比于较大多数标准运算放大器，它显示出更好的噪声性能，提高输出驱动能力和相当高的小信号和电源带宽。常见 NE5532 功放的封装形式为塑料 8 引脚双列直插式。其外形和引脚排列如图 5-21 所示。

图 5-21　NE5532 功放外形和引脚排列

二、TDA2030 功放

TDA2030 功放是美国国家半导体公司 20 世纪 90 年代初推出的一款音频功放电集成电路，采用 TO-220 封装，外围元件少，但是性能优异，具有频率响应宽和速度快等特点，从 20 世纪 90 年代初一直到现在还被广大音响爱好者推荐。

TDA2030 功放是一款单声道音频功放电路，采用 H 型 5 引脚单列直插式塑料封装结构，其外形和引脚排列如图 5-22 所示。该集成电路具有体积小、输出功率大、失真小等特点。

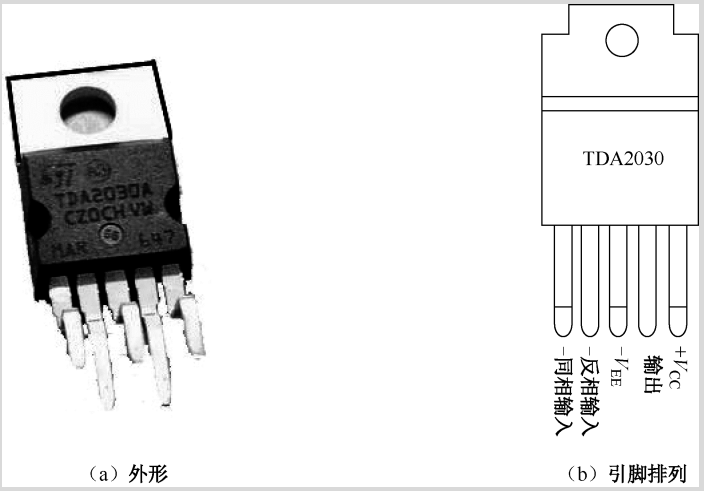


图 5-22　TDA2030 功放外形和引脚排列

学习活动三　任务实施

一、认识电路，设计布局图

1. 认识功放电路

实训用功效电路图如图 5-23 所示。

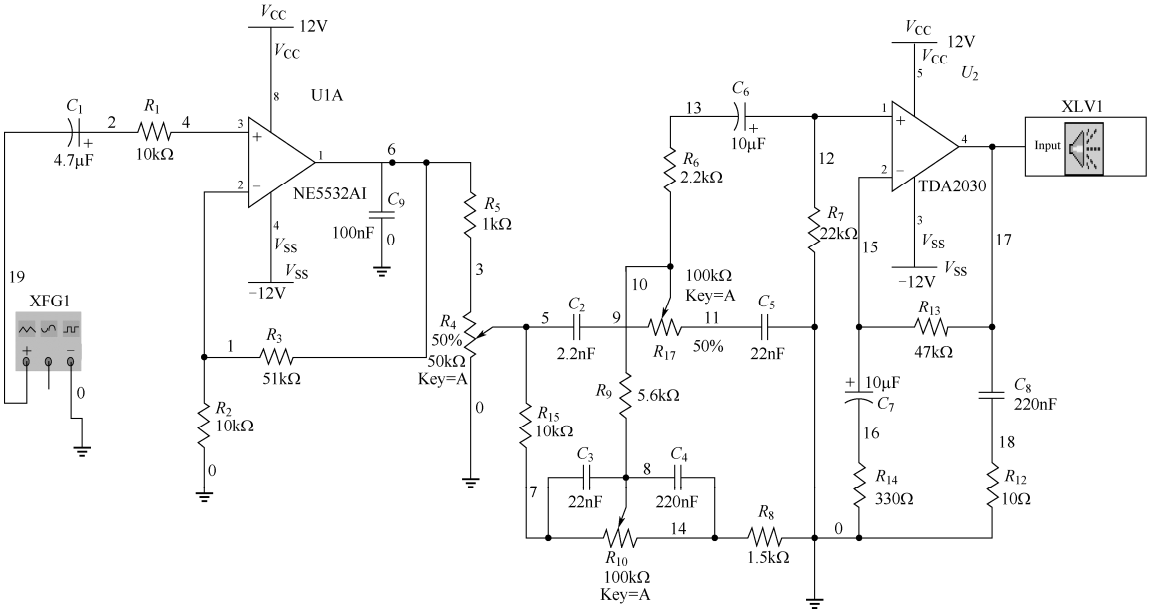


图 5-23　实训用功放电路图

2．设计电路布局图

电路布局参考图如图 5-24 所示。

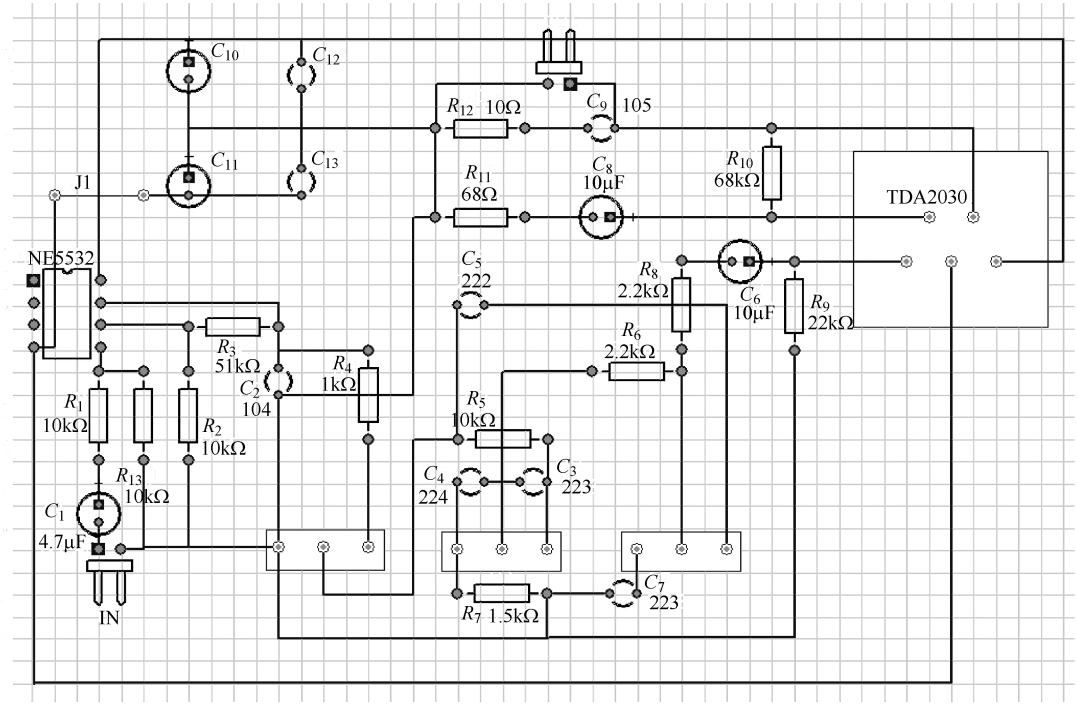


图 5-24　电路布局参考图

二、元器件识别与检测

1. 元件清单

根据原理图，在表 5-1 中列举出元件清单。

表 5-1　元件清单

序　　号	名称及型号	规　　格	单　　位	数　　量	备　　注

2. 元件检测

每个部分的元器件领取后先检测其质量好坏并在表 5-2 中做好记录。

表 5-2　元件检测结果

元器件名称	检测内容				
电阻器		色环颜色		测量挡位	测量值
	R_3				
电容器		标称值		介质	质量判定
	C_3				
	C_6				
电位器		1～3	2～3	测量挡位	质量判定
	R_{17}				

三、线路安装

为了确保焊接的准确度、提高调试的成功率，将采取分步焊接的方式。每一步焊接完成后，由教师检查无误后，方可领取下一步焊接的元件，直至最后焊接完成。

1．焊接前级放大电路

（1）领取元件：8P 插座（1 个）、10kΩ 电阻（3 个）、51kΩ 电阻（1 个）、104 电容（1 个）、4.7μF 电容（1 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

2．焊接音量调节电路

（1）领取元件：1kΩ 电阻（1 个）、50kΩ 滑动变阻器（1 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

3．焊接低音调节电路

（1）领取元件：10kΩ 电阻（1 个）、1.5kΩ 电阻（1 个）、100kΩ 滑动变阻器（1 个），222、223、224 电容（各 1 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

4．焊接高音调节电路

（1）领取元件：5.6kΩ 电阻（1 个）、2.2kΩ 电阻（1 个）、22kΩ 电阻（1 个）、100kΩ 滑动变阻器（1 支）、223 电容（1 个）、10μF 电容（1 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

5．焊接 TDA2030A 外围电路

（1）领取元件：680Ω 电阻（1 个）、10Ω 电阻（1 个）、24kΩ 电阻（1 个）、105 电容（1 个）、10μF 电容（1 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

6．焊接滤波电路

（1）领取元件：104 电容（2 个）、47μF 电容（2 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

7．安装核心元件、焊接

（1）领取元件：TDA2030A 芯片及散热片（1 个）、NE5532 芯片（1 块）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

8．焊接导线

（1）领取元件：导线（7 根）、音频头（1 个）。

（2）按照元件布局图进行布局并焊接。

（3）焊接完成，检查无误后交由教师检测。

四、通电测试

电路检查好后方可通电进行测试。

（1）先将输出线接上喇叭，输入端接上音频输入。

（2）在电源开关关闭的情况下将电源线接入电源。

（3）将音量调节旋钮逆时针左旋到底（音量最小）。

（4）通电并测量 TDA2030A 第 4 引脚电压是否接近为 0V，如果不为 0，则需检查电路是否有漏焊、虚焊、错焊等现象。

（5）将音量调大，适当调节高音和低音，就可以听到美妙动听的音乐了。

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填在图 5-25 的横线上。

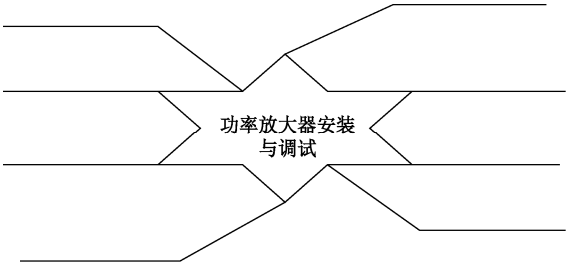


图 5-25　功率放大器安装与调试知识和技能

二、自我检测

（一）填空题

1．甲类、乙类和甲乙类三种放大电路相比，_____的效率最高，_____的效率最低。

2．乙类互补对称功率放大电路，存在_____失真；可以通过加偏置电压来克服，在具体电路中是利用前置电压放大级中_____或_____上的压降来实现的。

3．甲乙类单电源互补对称电路又称_____电路，它用在输出端所串接的_____取代双电源中的负电源。

4．乙类互补对称功率放大电路的两只三极管接成（　　）形式；其最大效率可达（　　）；但是存在（　　）失真。

5．在功放电路中，三极管采用_____接法，是为了提高_____能力。

6．集成运算放大器一般都由_____、_____、_____和_____4 个部分组成。

7．同相输入端表示其输出信号与该输入信号相位_____，反相输入端表示其输出信号与该输入信号相位_____。

8．将 NPN 型和 PNP 型管组合起来，构成双管互补对称甲乙类功放，常见的有_____电路和_____电路。

（二）判断题

1．功率放大器是大信号放大器，要求在不失真的条件下，能够得到足够大的输出。（　　）

2．功率放大器就是把小的输入功率放大为大的输出功率供给负载。（　　）

3．功率放大器输出功率越大，功率管的损耗越大。（　　）

4．功放电路、电压放大电路、电流放大电路都有功率放大的作用。（　　）

5．运算放大器实质上是应用集成电路工艺制成的具有高放大倍数的直接耦合放大电路，简称集成运放。（　　）

（三）选择题

1．为了克服交越失真，应（　　）。

A．进行相位补偿

B．适当增大功放管的静态$|U_{BE}|$

C．适当减小功放管的静态$|U_{BE}|$

D．适当增大负载电阻R_L的阻值

2．与甲类功率放大方式相比，乙类功率放大方式的主要优点是（　　）。

A．不用输出变压器　　B．不用输出端大电容

C．效率高　　D．无交越失真

3．互补对称功放电路失真较小而效率较高是由于（　　）。

A．采用甲类放大

B．采用乙类放大

C．采用甲乙类（接近乙类）放大

4．互补输出级采用射极输出方式是为了使（　　）

A．电压放大倍数高　　B．输出电流小

C．输出电阻增大　　D．带负载能力强

5．无论是集成运算放大器还是集成电压比较器构成的电压比较电路，其输出电压与两输入端的电位关系相同，即只要反相输入端的电位高于同相输入端的电位，则输出为（　　）。

A．正　　B．负　　C．零

6．若OCL功率放大器的输出电压波形如图5-26所示，为消除该失真，应（　　）。

A．进行相位补偿

B．适当减小功放管的静态工作点

C．适当增大功放管的静态

D．适当增大负载电阻的阻值

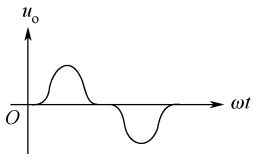
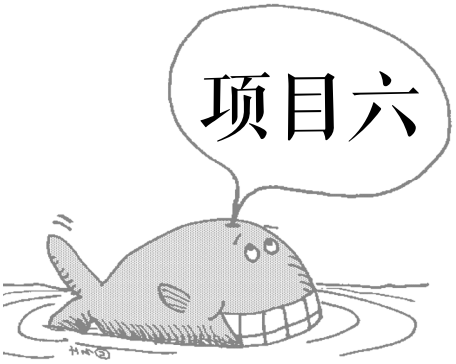


图5-26　OCL功率放大器的输出电压波形

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	知道运放的组成，并能叙述其各部分的作用和特点						
3	能区分运放常用电路，并知道其输出电压和输入电压之间的关系						
4	能叙述功放的类型及其工作特点						
5	能描述 NE5532、TDA2030 功放芯片的各引脚功能，并会使用						
6	能使用万用表对本任务中所用到的所有电子元器件进行识别检测						
7	能正确识读电路原理图，规范设计电路的布局走线						
8	能按照各元件焊接工艺要求完成电路的装接						
9	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
10	能够独立完成该产品的标注、说明、美化工作						
11	工作过程中严格遵守安全操作规程，如电烙铁先进行安全检查、通电前先用仪表检测电路通断等						
12	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用焊锡丝、将实训工位打扫干净等						
13	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							



收音机安装与调试

学习活动一　明确任务

将收音机收到的广播电台的高频信号，变换为一个频率固定的中频信号，然后再对此固定的中频信号进行放大、检波、再加上低放级、功放级，就成了超外差式收音机。本项目通过制作装配、焊接、调试收音机，要求学会以下知识和技能。

1．能画出超外差式收音机的基本组成框图。
2．借助技术资料，学会阅读收音机的元件清单、电路图、装配图。
3．根据元件清单清点元件，并独立完成元件检测。
4．按照收音机安装工艺和装配图正确装配收音机。
5．在教师指导下，正确调试收音机。
6．能按照实训要求，整理工具、打扫现场。

学习活动二　工作准备

一、查阅高频信号处理的相关资料，完成下列问题

1．在发送端，把声音“搭载”在无线电波上，也就是用低频信号去控制高频信号的过程称为_____。如果载波的幅度被低频信号控制，这种调制称为_____（AM）。如果载波的频率被低频信号控制，这种调制称为_____（FM）。

2．在接收端，接收机通过调谐回路，选择所需要的电台信号，由检波器从已调制的高频信号中还原出低频信号，还原低频信号的过程称为_____。

3．调频收音机的抗干扰能力比调幅收音机强。　　（　　）

4. 检波只能用二极管完成。 （ ）

5. 完成如图 6-1 所示的超外差式收音机电路组成框图。

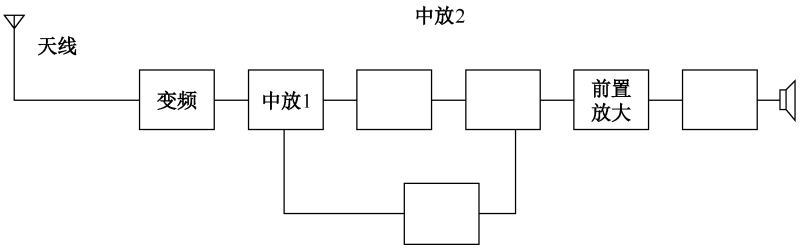


图 6-1 超外差式收音机电路组成框图

二、小组合作、完成下列问题

1. 收音机的信号是怎么来的？

2. 无处不在的无线电波是从哪来的？

3. 声音信号是如何变成无线电波的？

知识链接一

高频信号处理

一、无线电波广播的发射

调制和发射：在无线电波发射过程中，只有天线长度和电波波长可比拟时，才能有效地把电波发射出去。声音信号的波长范围为 $15\times10^3\sim15\times10^6$ m，要想制作对应尺寸的天线显然不现实。为此，利用频率较高（即波长极短）的无线电波携带声音信号发射出去，使天线的制作变成了现实。

1. 调制

调制就是对信号源的信息进行处理，使其变为适合于信道传输的形式的过程，调制的方式有调频和调幅两种。

（1）调幅。载波信号的幅度随调制信号的频率变化而变化，称为调幅。调幅波的频率和载波频率一致，包络线波形和调制信号的波形一致，如图 6-2（a）所示。

（2）调频。载波信号的频率随调制信号的变化。调频波的幅度和载波频率一致；频率随着调制信号的波形变化而发生变化，信号的幅度越大，频率越高（波形越密）；信号幅度越小，频率越小（波形越稀），如图 6-2（b）所示。

2. 发射

话筒就是将声音转化为无线电波的一种工具，它把声音转换成电信号，经放大器放大后，去调制高频振荡器产生的高频等幅正弦波，产生已调波，再通过高频功率放大器放大，由传输线送到天线，以电磁波的形式发射出去。

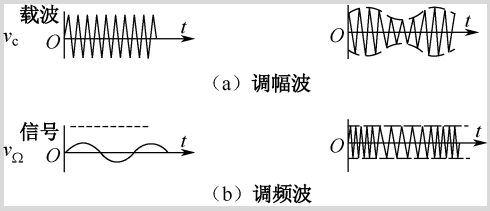


图 6-2　调制方式

二、无线电广播的接收

在接收机中，从天线感应出的不同频率的已调波中选出所需信号的过程，称为接收。从已调波中检取出音频信号的过程，称为解调。图 6-3 所示为简单的无线电广播接收机工作过程。

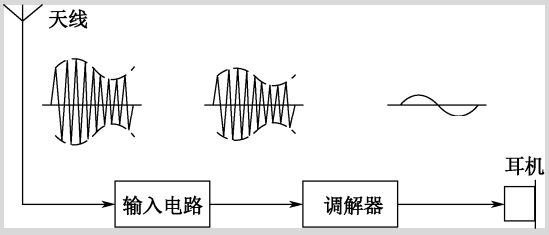


图 6-3　简单的无线电广播接收机工作过程

（1）输入电路：从不同频率已调波中选出需要收听的信号。

（2）解调器：将音频信号从已调波中检取出来。

（3）耳机：把音频信号变换成声音。

从调幅信号中还原出调制信号的过程，完成检波任务的电路称为检波器。检波电路或检波器的作用是从调幅波中检取出低频信号。它的工作过程正好和调幅相反。从调频波中调解出原来调制信号的过程称为鉴频，实现鉴频的电路称为鉴频器，也称为频率检波器。

三、超外差式收音机

输入电路从天线感应信号中选出某一高频调幅广播信号，送入变频器与本机振荡信号混频，产生一个调制内容相同的中频调幅信号（外来电台信号 f_s 和本机振荡频率 f_0 在混频器中相减，即 $f_I = f_0 - f_s$，得到固定频率为 465kHz 的中频调幅信号），然后由多级中频放大级进行放大，再进行检波还原音频信号，经低放和功放，传送给扬声器发出声音。图 6-4 是超外差式收音机的组成框图。

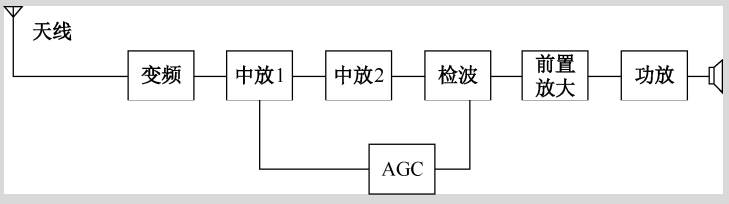


图 6-4　超外差式收音机的组成框图

超外差式收音机的主要特点是设置了一个变频器把高频调幅信号变成固定中频（国标为465 kHz）调幅信号，从而避免了放大电路因信号频率过高使增益下降及不稳定的现象。

学习活动三　任务实施

一、元件清点

根据元件清单（表 6-1）清点元器件，将清点完的元件分类填在元件清单上。

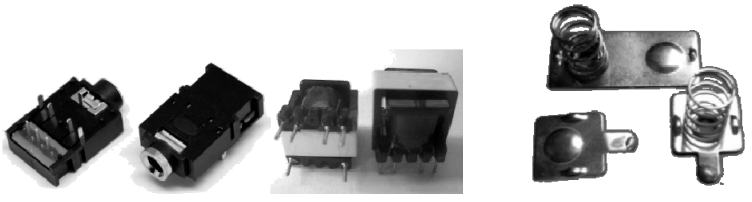
表 6-1　收音机元件清单

序号	名称	型号规格	位号	数量	序号	名称	型号规格	位号	数量
1	三极管	9018	VT_1、VT_2、VT_3	3 只	18	瓷片电容	682、103	C_2、C_1	各 1 只
2	三极管	9014	VT_4	1 只	19	电瓷片电容	223	C_4、C_5、C_7	3 只
3	三极管	9013H	VT_5、VT_6	2 只	20	双联电容		CA	1 只
4	发光管		LED	1 只	21	收音机前盖			1 个
5	磁棒线圈		T1	1 套	222	收音机后盖			1 个
6	中周	红、白、黑	T2、T3、T4	3 个	23	刻度板、音窗			各 1 个
7	输入变压器		T5	1 个	24	双联拨盘			1 个
8	扬声器		BL	1 个	25	电位器拨盒			1 个
9	电阻器	100Ω	R_6、R_8、R_{10}	3 个	26	磁棒支架			1 个
10	电阻器	120Ω	R_7、R_9	2 个	27	印刷电路板			1 块
11	电阻器	330Ω、1.8kΩ	R_{11}、R_{12}	各 1 个	28	电原理图及装配说明			1 份
12	电阻器	30kΩ、100kΩ	R_4、R_5	各 1 个	29	电池正负极片	3 件		1 套
13	电阻器	120kΩ、200kΩ	R_3、R_1	各 1 个	30	连接导线			4 根
14	电位器	5kΩ	R_P	1 个	31	耳机插座		J	1 个
15	电解电容	0.47μF	C_6	1 个	32	双联及拨盘螺丝			3 粒
16	电解电容	10μF	C_3	1 个	33	电位器拨盘螺丝			1 粒
17	电解电容	100μF	C_8、C_9	2 个	34	自攻螺丝			1 粒

二、元件识别和检测

1．写出以下收音机元器件的名称。

_____ _____ _____



_____ _____ _____

2．收音机中有三个中周，它们的颜色分别是_____、_____、_____。中周在出厂时已经调好，所以千万不要随便去拧中周。

3．对下列元件进行检测并做好记录，如表 6-2 所示。

表 6-2　元件检测结果

元器件名称	检 测 内 容			
电阻器		色环颜色	测量挡位	测量值
	R_1			
	R_4			
电容器		标称值	介质	质量判定
	C_1			
	C_8			
三极管	VT_1			
	VT_4			
线圈	T1			

三、元件安装

1．电阻的安装

将电阻（R_1～R_{10}）按照元件清单的顺序逐一安装，对照装配图先将所有的电阻插好，然后逐一检查是否有误，阻值和焊孔的准确性，没有差错才能开始焊接。特别注意元件不要插到相邻孔中，一定要严格按照装配图上的位置安装。

2．电容的安装

将电容（C_1～C_9）按照元件清单顺序逐一安装，对照装配图先将所有的电容插好，然后逐一检查是否有误，没有差错方能开始焊接。

3．二极管和三极管的安装

二极管安装时要特别注意二极管的正负极性。三极管安装要注意引脚位置，三极管的引脚分布如图 6-5 所示，千万不能接错。

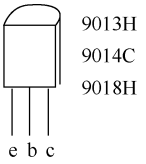


图 6-5　三极管的引脚分布

4．变压器的安装

安装中周变压器时，要注意中周变压器的型号和磁帽颜色不要装错。在安装输入变压器时，一定要将变压器上的凸点与电路板上的白点对应安装，如图 6-6 所示。

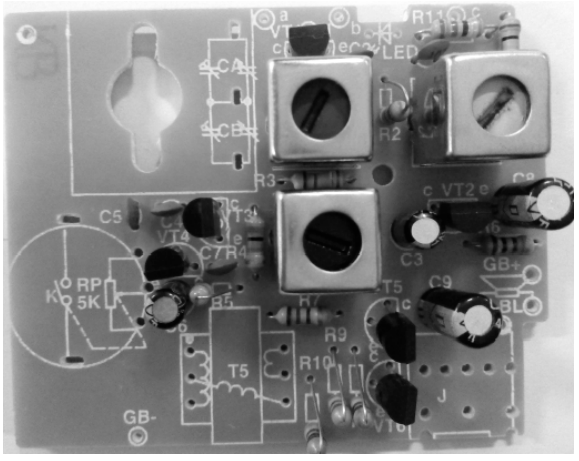


图 6-6　变压器的安装

四、整机总装

1．音量电位器的安装

将电位器焊在印制电路板上，其安装位置以装上电位器拨盘，紧固印制电路板与机壳后，拨盘不擦碰到机壳为宜。

2．双联可变电容的安装

双连可变电容器三个引脚插入印制电路板对应的三个孔中，然后用螺钉将双连电容器紧固在印制电路板上，最后将双连电容器的引脚与印制电路板对应点用焊锡焊好。

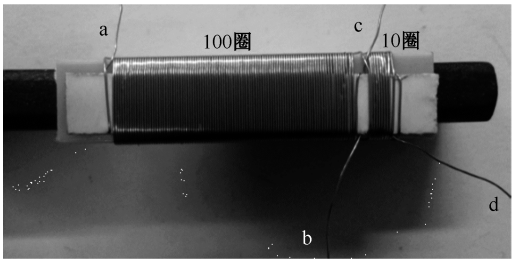
3．线圈的安装

将尼龙磁棒架从印制电路板没有铜箔的一面插入固定圆孔，然后用电烙铁软化固定尼龙杆，热压后尼龙磁棒架就紧固在印制电路板上了，穿入磁棒，套上天线线圈并使初级线圈靠磁棒的外侧，然后分别将已镀上焊锡的两个绕组的线头焊在线路板上。线圈是由漆包线缠绕而成的，匝数多的那一组为初级线圈。有 4 个触点，依次为 a、b、c、d，如图 6-7（a）所示。请在图 6-7（b）中标出这 4 个触点。

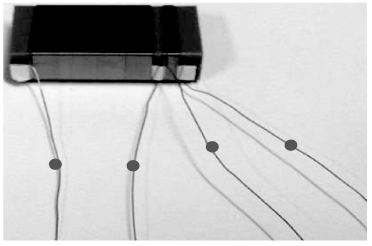
注意：

（1）漆包线的外面有一层绝缘层，所以在把线头焊接到电路板之前，要先对这 4 个触点镀锡，如图 6-8 所示。

（2）由于漆包线较细，很容易被扯断，所以在焊接时一定要轻拿轻放。



（a）线圈初级和次级区分



（b）线圈端子标记

图 6-7　线圈的安装

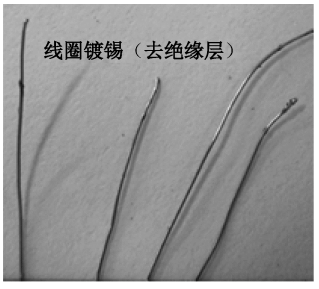


图 6-8　触点镀锡

4．周率板（刻度盘）的安装

面对周率板数字，把塑料周率板用双面胶粘在面板上，注意不要装反。

5．喇叭的安装

焊接喇叭的引线到指定的多孔板位置上，将喇叭卡在机壳合适的位置固定。

6．电池卡的安装

将电池正负极板分别焊上一根 10cm 的细包塑导线，负极弹簧卡在机壳左边的卡槽里。正极片插入机壳右边的卡槽里，将电池引线按装配示意图焊接。

五、电路调试

（1）测量电流，把电位器开关关掉，装上电池，将万用表打在 50mA 挡，表笔跨接在电位器开关两端。电流指示小于 10mA，则可以通电。

（2）将电位器开关打开（音量旋至最小），用万用表分别依次测量 D、C、B、A 4 个电流缺口，若测量值在规定的参考值左右，即可将 4 个缺口依次连通。若测量值不在规定参考值左右，请仔细检查三极管的极性有没有接错，中周、输入变压器是否装错位置及是否有虚焊、假

焊等现象。若测量出哪一级电流不正常，则说明哪一级电路存在问题。

（3）测量电流无误后，将音量开到最大，调双联拨盘即可收到电台。

（4）若收到电台不够清楚，声音不够大，则可以通过微调黑色和白色中周将声音调到最好。若没有收到电台，则检查线圈 a、b 是否相通，c、d 是否相通。或者检查哪个地方存在虚焊、错焊现象。

学习活动四　总结评价

一、自我总结

通过本项目的学习你学到了哪些知识和技能，请将它们填在图 6-9 的横线上。

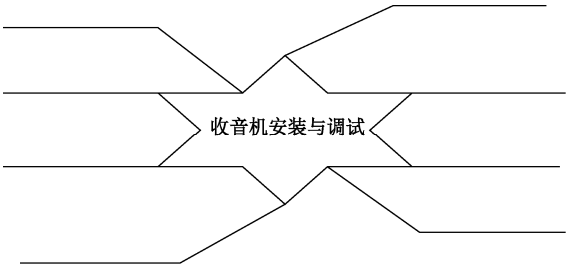


图 6-9　收音机安装与调试知识和技能

二、自我检测

（一）填空题

1. 调幅波就是使高频载波的_____随低频调制波的_____而变化。
2. 调幅波的解调称为_____。
3. 调频就是使高频振荡的_____随调制信号的_____而变化。
4. 鉴频就是_____。
5. 常用的把低频信号调制到载波上的方式有_____和_____两种。

（二）判断题

1. 调幅就是使高频载波的振幅随低频调制信号的振幅而变化。（　　）
2. 调幅就是使高频载波的瞬时幅度随低频调制信号的瞬时幅度而变化。（　　）
3. 调频就是高频振荡（载波）的瞬时频率随调制信号的频率而变化。（　　）
4. 调频就是使高频振荡的瞬时频率随调制信号振幅最大值而变化。（　　）
5. 调频就是使高频振荡的瞬时频率随调制信号的瞬时幅度而变化。（　　）

（三）作图题

画出超外差式收音机的组成框图。

三、综合评价

序号	评价标准	达成情况（在相应的选项后打“√”）					
		能			不能		
		自评	他评	师评	自评	他评	师评
1	能根据任务要求，收集与任务相关的有效信息						
2	能画出超外差式收音机的基本组成框图，并能叙述各部分的作用						
3	借助技术资料，学会阅读收音机的元件清单、电路图、装配图						
4	根据元件清单清点元件，并独立完成检测						
5	按照收音机安装工艺和装配图正确装配收音机						
6	正确使用仪器、仪表完成电路调试和检测						
7	工作过程中严格遵守安全操作规程，如电烙铁先进行安全检查、通电前先用仪表检测电路通断等						
8	工作过程中没有违反环保要求的行为，如按需求取用焊锡丝、将实训工位打扫干净等						
9	工作过程中尽职尽责，如积极参与资料收集、任务实施、检查监督等						
总　　评							

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：（010）88254396；（010）88258888

传　　真：（010）88254397

E-mail：　dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

　　电子工业出版社总编办公室

邮　　编：100036